

Å lære mekanikk ved bruk av et elektronisk "Personal Response System"

Kristina Raen



Masteroppgave i fysikkdidaktikk

Fysisk intitutt

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

4. juli 2008

Forord

Jeg ønsker å takke mine veiledere Carl Angell og Ellen Karoline Henriksen for all den hjelp og konstruktive veiledning jeg har fått i løpet av arbeidet med denne oppgaven.

Videre vil jeg takke Anders Malthe-Sørenssen for en interessant oppgave å jobbe med, en god innføring og hjelp underveis. Studentene som stilte opp og ga meg så mye godt datamateriale å jobbe med, fortjener også en stor takk.

I tillegg må Trond Markussen, Kaja Nordby, Øystein Guttersrud, Per Jerstad, Torunn Haugen og Lise Marie Nyberg takkes for korrekturlesing og annen hjelp underveis.

Til slutt vil jeg rekke en stor takk til min kjære Øyvind og vår datter Kamilla for støtte og tålmodighet og for å ha lagt alt så godt til rette for meg den siste tiden med oppgaven.

Blindern, juli 2008

Kristina Raen

Innhold

Forord.....	2
Innhold	4
Sammendrag	8
Summary	10
1 Innledning	12
1.1 Utgangspunkt	12
1.2 Forskningsspørsmål.....	12
1.2.1 Begrunnelse	12
1.2.2 Presisering av forskningsspørsmål	13
1.2.3 Avgrensning.....	13
1.3 FYS-MEK1110	14
2 Bakgrunn og teori.....	15
2.1 Bakgrunn	15
2.2 Det trengs en forandring.....	16
2.3 Endringer som er forsøkt.....	17
2.4 Tester laget for å teste newtonske forståelse.....	18
2.4.1 <i>Mechanics Diagnostic Test (MD-test)</i>	18
2.4.2 <i>Force Concept Inventory (FCI)</i>	19
2.4.3 <i>The Mechanics Baseline Test</i>	20
2.5 Peer Instruction	20
2.6 Hvordan PRS ble brukt i Fys-mek1110 våren 2007	22
2.7 Tidligere kjente problemer i mekanikk	24
2.7.1 <i>Akselerasjon</i>	24
2.7.2 <i>Krefter</i>	26
2.7.3 <i>Arbeid</i>	27
2.7.4 <i>Problemer i mekanikk</i>	28
3 Metode	29
3.1 Datamateriale fra klikkerne	29
3.2 Observasjon	31
3.3 Spørreskjema	32
3.3.1 <i>Hvorfor spørreskjema?</i>	32
3.3.2 <i>Utformingen av spørreskjemaet</i>	33
3.3.3 <i>Spørsmålene</i>	34
3.3.4 <i>Planlegging og gjennomføring</i>	34
3.3.5 <i>Validitet og reliabilitet</i>	35
3.3.6 <i>Koding og analyse</i>	35

3.4	Intervju	36
3.4.1	Hvorfor intervju?.....	36
3.4.2	Hvem skal intervjues?	37
3.4.3	Semi-strukturert intervju med intervjuguide	37
3.4.4	De tre intervjurundene	38
3.4.5	Validitet og reliabilitet	39
3.4.6	Koding og analyse	39
4	Resultater	41
4.1	Bruk av PRS i kurset	41
4.1.1	Antall forelesninger, studenter og klikkerspørsmål	41
4.1.2	Hvilke spørsmål svares på?.....	42
4.1.3	Hvor mye klikkerne brukes	44
4.1.4	Klikking koblet opp mot karakter	45
4.2	Klikkerspørsmålene.....	46
4.2.1	Spørsmål om retning på akselerasjon	47
4.2.2	Trinse.....	49
4.2.3	Normalkraft, arbeid og friksjon	52
4.2.4	Retning på vinkelhastighet og vinkelakselerasjon.....	56
4.2.5	To oppgaver der mange flinke svarer feil	57
4.3	Observasjon	60
4.3.1	Introduksjon	60
4.3.2	Komme i gang med klikkingen.....	60
4.3.3	Hvordan klikkerspørsmålene inngikk i forelesningen.....	60
4.4	Spørreskjemaet	61
4.4.1	Hvor ofte studentene bruker klikkeren	62
4.4.2	Klikkerspørsmålene	62
4.4.3	Forelesers oppfølging	63
4.4.4	Mer generelle spørsmål.....	64
4.5	Generelle funn fra intervjuene.....	65
4.5.1	Bakgrunn	65
4.5.2	Fremtid.....	66
4.5.3	Om universitetet	66
4.5.4	Om fysikk.....	67
4.5.5	Studentenes førsteinntrykk av nytten av PRS	67
4.5.6	Hvordan PRS brukes i undervisningen	69
4.6	Hver students opplevelse, meninger og arbeidsmetode	71
4.6.1	Lars.....	71
4.6.2	Hilde.....	75
4.6.3	Erlend.....	79
4.6.4	Morten	81
4.6.5	Stian.....	83
5	Diskusjon.....	86
5.1	Studentenes syn på fysikk	86
5.1.1	Mekanikk	86
5.2	Arbeidsmetoder	87

5.3	Om undervisning	88
5.4	Hvordan kan bruken av PRS bidra til læring?.....	89
5.5	Hvordan fungerte PRS i det undersøkte mekanikkurset?.....	90
5.5.1	<i>Hvordan bruker foreleser PRS?</i>	90
5.5.2	<i>Hvordan bruker studentene PRS?</i>	92
5.5.3	<i>Hva er studentenes vurdering av nytten av PRS?</i>	93
5.6	De oppgavene jeg har tatt for meg	94
6	Konklusjon	96
6.1.1	<i>Et forsøk på å svare på forskningsspørsmålet</i>	97
6.2	Anbefalinger.....	97
6.3	Forslag til videre studier.....	98
	Referanseliste	99
	Vedlegg	103
Appendiks 1	Spørreskjemaet	103
Appendiks 2	Kodeskjema	104
Appendiks 3	Intervjuguide til 1. intervju.....	105
Appendiks 4	Eksempel på intervjuguide til 2. intervju	107
Appendiks 5	Eksempel på intervjuguide til 3. intervju	109
Appendiks 6	Koder brukt i Atlas	111

Sammendrag

I denne oppgaven ser jeg på bruken av et *Personal Response System* (PRS) i mekanikkurset på Universitetet i Oslo. Dette fungerer slik at foreleser stiller flervalgsspørsmål i plenum, og studentene kan svare ved å trykke på trådløse ”klikkere”. Disse sender signaler til mottakere, og svarfordelingen kommer umiddelbart opp på lerretet foran i forelesningssalen. Dette gir større mulighet for kommunikasjon mellom foreleser og studenter i et auditorium med mange studenter, og dersom foreleser legger til rette for det, kan forelesningen oppleves svært annerledes enn en tradisjonell forelesning.

Hensikten med å endre undervisningsstil er at studentene skal få mer utbytte av forelesningene. Det har i flere undersøkelser vist seg at studenter lærer lite eller ingenting i en tradisjonell forelesning (Halloun and Hestenes 1985a; Mazur 1997). Det blir sagt at man må delta aktivt for å konstruere sin egen kunnskap (Meltzer and Manivannan 2002; Carlone 2003).

Jeg ønsker her å se på om PRS kan være et godt tilbud i mekanikkforelesningene og har følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan inngår PRS i studentenes læringsprosess, og kan PRS bidra til bedre forståelse?

For å nærme meg dette, ser jeg i hovedsak på tre punkter.

- a) Hvordan bruker foreleser PRS?
- b) Hvordan bruker studentene PRS?
- c) Hva er studentenes vurderinger av nytten av PRS?

Jeg har i denne prosessen brukt fire ulike forskningsmetoder og dermed fått mye forskjellig datamateriale. Jeg har intervjuet noen studenter tre ganger i løpet av semesteret, delt ut et spørreskjema til hver student på en forelesning, vært tilstede på noen forelesninger for å observere bruken av PRS og samlet alt datamaterialet fra ”klikkerne”. Ut fra dette kunne jeg foreta både kvalitative og kvantitative analyser.

Hovedfunnene i denne oppgaven er at PRS er et positivt og nyttig innslag i mekanikkforelesningen. Det kan som system bidra til økt fokus på god læring og undervisning både hos studenter og forelesere, men det er viktig med innsats fra studentene, og at de ønsker å lære. Det er også viktig at foreleser tar resultatene på alvor og ikke går for fort videre. ”Det er bedre å lære mye om noe enn ingenting om alt.”

Studentene liker innslaget av PRS. De så mange fordeler ved systemet:

- ✓ PRS bidro til mer aktivitet blant studentene på forelesning.
- ✓ Gode avbrekk i undervisningen og konkretisering av hva som nettopp var blitt gjennomgått, gjorde det lettere å følge med.
- ✓ Ved å løse en oppgave, mente de at de fikk testet om de hadde forstått stoffet.
- ✓ En direkte tilbakemelding var positivt fordi de da raskt så hvor problemet lå og dermed kunne ”rydde opp i eventuelle vrangforestillinger”.

- ✓ Det ble bedre kommunikasjon mellom studentene og foreleser fordi det ikke var skummelt å svare, og alle kunne svare på hvert spørsmål. Foreleser kunne dermed få et bedre innblikk i hva studentene hadde forstått og ikke forstått.
- ✓ Ved å stille konseptuelle spørsmål med relativt kort svartid ble studentene øvet i å tenke som en fysiker og muligens forstå fysikken bedre. De ble også forberedt på denne type spørsmål som kom på avsluttende eksamen.

Spørsmålene som ble brukt, var gode. De gikk på det å forstå fysikken, og det skulle stort sett ikke være nødvendig å regne for å finne svaret. Mange av spørsmålene var hentet fra andre kilder som besto av godt utprøvde spørsmål slik at de hadde gode distraktorer som fanget opp så mange misoppfatninger som mulig.

Jeg har ikke hatt tilstrekkelig data til å se hvor mye studentene lærte av å bruke PRS i undervisningen, men i spørreskjemaundersøkelsen svarte over 50% at de hadde lært mer. Bare to studenter svarte nei på dette spørsmålet. Ved å sammenligne klikkerbruk og karakter, ser jeg at de som får best karakter svarer på flest spørsmål, og de svarer mest riktig.

Ut fra funnene vil jeg legge til at PRS er en veldig god mulighet for å innføre diskusjon i undervisningen. På bakgrunn av hvor varmt faglitteraturen anbefaler diskusjon i undervisningen, blir det å utnytte denne muligheten en sterk anbefaling. Det som sies er at studentene vil få en bedre oversikt over hva de har forstått, og de vil få en bedre mulighet til å bygge seg opp en forståelse av det de ikke hadde forstått.

Det er viktig at foreleser gjør det helt klart hva som er hensikten med å ta i bruk et system som PRS for at studentene skal få mest mulig utbytte av det. Mange av studentene har ikke, eller tar seg ikke, tid til å arbeide så mye med fysikken som de burde for å henge med hele semesteret, men ønsket om å lære ser ut til å være tilstede. Ved å fortelle dem om hensiktsmessige læringsstrategier og om læringsutbyttet av for eksempel å forberede seg til forelesningene, kan man forhåpentligvis oppnå mer læring.

Studentene er veldig fornøyde med PRS og anbefaler det videre i dette kurset og til andre kurs. I intervjuene uttrykte de at de spesielt så en stor fordel for emner der forståelse var viktig, men de var usikre på om det ville fungere like bra i for eksempel matematiske kurs. Ved å bruke systemet på en litt annen måte vil det likevel være hensiktsmessig å bruke PRS i alle kurs der foreleser ønsker mer og bedre kommunikasjon med studentene.

Summary

This thesis considers the use of a *Personal Response System* (PRS) in the introductory course of mechanics at the University of Oslo. The lecturer asks multiple choice questions to the students which they answer by clicking a wireless remote control that they call a “clicker”. A statistical summary of the responses received is shown as a histogram on a screen immediately. This provides a greater opportunity for communication between the lecturer and the students, especially when there are a large number of students. If the lecturer prepares well, the students are able to experience instruction quite differently than from a traditional lecture.

The purpose of changing the way of lecturing is to enable students to benefit more from lectures. In several inquiries, it has been shown that students learn little or nothing from a traditional lecture (Halloun and Hestenes 1985a; Mazur 1997). It is expressed that you have to participate actively to construct your own knowledge (Meltzer and Manivannan 2002; Carlone 2003).

In this thesis I wish to see whether PRS can be a good tool for the novices and lecturers in the mechanics course and therefore begin with this research question:

- How is PRS included in the students learning process, and can PRS contribute to a better understanding of what is being taught?

In my approach to this question, I looked at three further sub questions.

- a) How does the lecturer use PRS?
- b) How do the students use PRS?
- c) What are the students’ assessments of the benefits of PRS?

In this process I used four different research methods which produced a large amount of diverse data. I interviewed a few students on three occasions during the semester, handed out a questionnaire to each student in a lecture, attended some lectures to observe the use of PRS and collected all the data material from the “clickers”. From this I was able to make both quantitative and qualitative analyses.

The main finding in this thesis is that PRS is a positive and useful element in the mechanics instruction. As a system, it can contribute to better learning and teaching but it is vital that students are motivated and engaged in the process. The lecturer also has to take the results seriously and progress at a reasonable pace. “It is better to learn a lot about something than nothing about all.”

The students are positive to having PRS in the lectures and they experienced numerous advantages:

- ✓ PRS contributed to more activity among students at the lectures.
- ✓ Pauses in the instruction and embodiment of the lecture, made it easier to follow.
- ✓ The students thought that answering a question challenged their understanding.
- ✓ A direct response was positive because the students were able to immediately find out what the problem was, thereby disregarding any possible misconceptions.

- ✓ Communication between the students and the lecturer improved noticeably as everybody could answer each question without finding it daunting. The lecturer was thus better able to identify what the students had not understood.
- ✓ By asking conceptual questions with relatively short time limits, the students were trained to think like a physicist and possibly also understand the physics better. They were also better prepared to answer similar questions at the final exam.

The questions used were good. They were conceptual questions that did not require calculation. The lecturer obtained many of the well tested questions from well known sources because they included distractors with ordinary misconceptions which could then be discussed further.

My data is not sufficient in establishing how much is learned by using PRS, but when asked in the questionnaire provided whether they felt they had learned more, 50% of the students answered yes. Only two students answered no to this question. By comparing the clicker data with grades obtained, I discovered that those achieved the best results had answered most of the questions of which most were correct.

Considering these findings, I wish to add that PRS is a very good opportunity to include discussion in instruction. I strongly concur with numerous recommendations from the literature consulted, to include discussion in instruction. The students will then obtain a better perspective of what they have understood, and have a greater opportunity to construct an understanding on what was not understood.

It is important that the lecturer make the purpose of PRS as a system totally clear to the students in order to achieve maximum benefit. Many of the students do not have sufficient time, or do not use as much time as they should to follow the class the whole semester, but the wish to learn is evident. By making them aware of fruitful learning strategies and of the benefits of preparing for the lectures, we can hopefully achieve more learning.

The students are very pleased with PRS and recommend it for further use in this course, and for other courses as well. In the interviews they expressed that they saw a large advantage in subjects where conceptual questions would be fruitful, but they did not see the same advantage in, for example, mathematical courses. By using the system in a different way, it would still be fruitful to use PRS if the lecturer wishes to improve and increase communication with the students.

1 Innledning

Jeg husker godt hvordan det var i begynnelsen av fysikkstudiet da jeg tok med meg arbeidsmetoder fra videregående og var vant til å være flink. Jeg gjorde helst ikke mer enn jeg trengte for å komme meg gjennom opplegget, det vil si følge forelesning, regne oppgaver, være på gruppene og levere det som skulle leveres. Etter kurset ble jeg overrasket over at det gikk så dårlig.

1.1 Utgangspunkt

I den senere tid er det mange som har hevdet at fysikkstudenter lærer lite eller ingenting av å delta på tradisjonelle forelesninger (Hestenes, Wells et al. 1992; Hake 1998; Crouch and Mazur 2001). De kan regne relativt kompliserte kvantitative oppgaver, men har store problemer med å svare på relativt enkle kvalitative oppgaver (Mazur 1997). Det som har vist seg, er at de mangler en konseptuell forståelse. De kommer seg heller gjennom et fysikkurs ved å huske formler, operasjoner og oppgaver de har løst tidligere (Mazur 1997).

En av grunnene til at mekanikk er et så vanskelig område av fysikken, er at vi alle kommer til undervisningen med egne forestillinger om det mekanikken handler om. Dette er hverdagsforestillinger vi har lagt oss til på bakgrunn av det vi har sett, og mange av disse stemmer dårlig med det fysikken sier. Det har vist seg svært vanskelig å endre dette (se for eksempel Halloun and Hestenes 1985b). Selv om det har vært kjent stoff fra konstruktivismen i flere tiår, spiller fremdeles hverdagsforestillinger en stor rolle hos de fleste studentene (se for eksempel Sjøberg 1998, p. 279).

I tillegg til at mekanikk er vanskelig for studentene, er dette det første kurset de møter på universitetet. Siden det ofte er en stor overgang fra videregående skole til universitet når det gjelder hva som kreves, både faglig og med tanke på arbeidsmåte, oppleves kurset som vanskelig.

Det er stadig forskere eller lærere som kommer med tiltak som kan bedre de overnevnte problemene, og dette vil jeg diskutere i denne oppgaven.

1.2 Forskningsspørsmål

1.2.1 Begrunnelse

På Universitetet i Oslo er mekanikk det første fysikkurset fysikkstudenter møter. Det inngår som en del av flere ulike studieprogrammer og er også angitt som et av noen valgfrie kurs ved nærliggende studier som for eksempel kjemi og matematikk.

Våren 2007 ville foreleser i dette kurset ta i bruk et nytt system i undervisningen. *Personal Response System* (PRS) er et svarsystem der studentene har hver sin trådløse enhet som de på Universitetet i Oslo har kalt "klikker". Den bruker de til å svare på flervalgsspørsmål som blir stilt på PowerPoint av foreleser. Det dreier seg for det meste om forståelsesspørsmål der det

ikke trengs lang betenkningstid, og det gis typisk tre til seks svaralternativer der det er ønskelig å fange opp misforståelser blant de gale svaralternativene.

Foreleser tilbød skolelaboratoriet å gjøre studier på hvordan dette fungerte i mekanikkurset. Det er for oss ikke kjent at dette er gjort tidligere i Norge, og siden jeg synes dette virket veldig interessant, var dette noe jeg ønsket å skrive en masteoppgave om.

1.2.2 Presisering av forskningsspørsmål

Forskningsspørsmålet jeg tar for meg i denne oppgaven er:

- Hvordan inngår PRS i studentenes læringsprosess, og kan PRS bidra til bedre forståelse?

For å nærme meg, dette ser jeg i hovedsak på tre punkter.

- a) Hvordan bruker foreleser PRS?
- b) Hvordan bruker studentene PRS?
- c) Hva er studentenes vurdering av nytten av PRS?

I forbindelse med denne tilnærmingen har jeg også undersøkt hvordan studentene jobber for å lære seg fysikk i et kurs som mekanikk.

I prosessen med å finne ut av dette har jeg brukt fire ulike forskningsmetoder og sammenlignet resultatene herfra med det som tidligere er omtalt i faglitteraturen.

1.2.3 Avgrensning

Her er datamengden begrenset til kun å gjelde ett semester i ett kurs. Det blir derfor vanskelig å komme med et generelt svar på forskningsspørsmålet. Jeg har imidlertid forsøkt å få en så god forståelse som mulig for hvordan de studentene som fulgte dette opplegget opplevde det.

Data jeg har samlet fra PRS-aktiviteten i undervisningen omfatter kun informasjon fra de studentene som bruker klikkeren sin. Jeg kan dermed si svært lite om dem som ikke klikket. Jeg har observert ved noen av forelesningene, men har ikke alltid vært tilstede på hele, og det er også en del forelesninger jeg ikke har vært på. Et spørreskjema ble delt ut til alle studentene som var på repetisjonsforelesningen på slutten av semesteret. Det var frivillig å levere inn, og ikke alle som var oppmeldt på kurset var tilstede på dette tidspunktet. Jeg har derfor ikke fått svar fra alle selv om det i prinsippet var det som var ønskelig. Det ble også gjort kvalitative intervjuer i løpet av semesteret, men der deltok bare noen få studenter. Det blir dermed vanskelig å generalisere til resten av studentene. På bakgrunn av disse intervjuene ville jeg bare få informasjon om hvordan opplevelsen var for noen ulike studenter.

Dette datamaterialet begrenser seg i hovedsak til hvordan studentene opplevde PRS. Jeg har ikke intervjuet foreleser. Det har imidlertid mine veiledere, og resultatene fra dette vil bli offentliggjort i en artikkel som kommer senere.

1.3 FYS-MEK1110

Mekanikkurset på Universitetet i Oslo er altså det første fysikkurset fysikkstudenter møter. Emner i dette kurset er i følge kursets hjemmeside rom og tid, Newtons lover, spinn, legemers dynamikk, bevarelseslover, gravitasjon, relativitetsteori, fluidmekanikk, ikke-lineære systemer og kaos. Kurset går over ett semester med fire timer forelesning og tre timer gruppeundervisning per uke. Gruppeundervisningene foregår delvis som et regneverksted der vanlige ukeoppgaver kan regnes eller gjennomgås, og delvis som en kollokvie eller diskusjonsgruppe der studentene kan diskutere spesielle diskusjonsoppgaver sammen med en gruppeleder. I forelesningene vil ikke foreleser gå gjennom alt pensum i detalj, men han vil gi en oversikt. Noen steder vil han gå dypere inn i teorien enn det læreboka gjør, han vil bruke PRS med spørsmål og diskusjon, det vil være noen eksperimenter og han vil vise numeriske metoder.

På hjemmesiden til kurset står det at studentene må lese aktuelle kapitler i læreboka i forkant av forelesningene for å få utbytte av undervisningen. Våren 2007 var det tre obligatoriske innleveringsoppgaver der studentene kunne slippe den tredje dersom de brukte klikkerne aktivt. Ukeoppgavene besto for det meste av oppgaver fra læreboka, men det var også noen oppgaver fra *Mastering Physics*. *Mastering Physics* er et web-basert oppgaveløsningsprogram som studentene får tilgang til gjennom læreboka.

2 Bakgrunn og teori

2.1 Bakgrunn

Fysikkdiraktikk er bindeleddet mellom faget fysikk, pedagogikk og vitenskapsteori. Det ønsker å gi svar på undervisningens hva, hvordan og hvorfor. I tillegg til undervisning handler det derfor mye om fagets egenart og fagets plass i samfunnet. Sjøberg (1998) snakker om naturfagsdidaktikk som en bro mellom naturvitenskap og pedagogikk og at man derfor må befatte seg med både samfunnsvitenskap og naturvitenskap, *"og når det gjelder naturvitenskapen, må man titte litt bak kulissene, altså se på en del av disse fagenes grunnlagsproblemer slik de behandles i historisk, filosofisk og sosiologisk perspektiv."* (Sjøberg 1998, p. 29). Sjøberg forklarer også fagdidaktisk kunnskap:

"Det holder ikke med generell pedagogisk kunnskap, like lite som det holder med bare å beherske selve vitenskapsfaget. Kunnskap om barn og læring i sin alminnelighet er ikke nok, like lite som solid fagkunnskap er tilstrekkelig. Den gode lærer er kjennetegnet ved at hun behersker fagstoffet på en måte som gir mening for elevene, og at hun kan bruke assosiasjoner, metaforer, bilder, eksempler og illustrasjoner som treffer elevene hjemme – som gir mening for dem. I nyere amerikansk forskning omtales den sentrale kunnskapstypen som "pedagogical content knowledge" (se f.eks. Shulman 1988). Vi kan oversette dette med fagdidaktisk kunnskap." (Sjøberg 1998, p. 31)

For mer informasjon om fagdidaktikk se for eksempel Angell (1996) eller Sjøberg (1992; 1998).

Fysikkfaget i skolen blir sett på som vanskelig og krevende (Osborne and Collins 2000; Angell, Henriksen et al. 2003; Carlone 2003; Angell, Guttersrud et al. 2004). Dolin(2002) mener at grunnen til at fysikk er vanskelig, er at studentene må håndtere flere representasjonsformer for samme fenomen samtidig. Jeg kommer til å se på hva det er som gjør mekanikk vanskelig, men jeg sier ikke så mye om fysikk generelt. Se for eksempel Nordby (2008) eller Guttersrud (2008) for mer om representasjonsformer.

Vi ser også stadig mangel på realister (Gago, Ziman et al. 2004; Kunnskapsdepartementet 2006). Det største enkeltksempelen vi har fra at dette har påvirket undervisningen er "sputniksjokket". Det kom da Sovjetunionen i 1957 skjøt opp verdens første satellitt i bane rundt jorda. USA ønsket dermed å satse på utdanning slik at de kunne oppnå større teknologisk utvikling.

"For å bøte på det forspranget de antok Sovjetunionen hadde, ble USAs universiteter og høyskoler med ett bygd ut og effektivisert. Den offentlige støtten til skoler og Universiteter økte fra 7 milliarder dollar i 1950 til 19 milliarder dollar i 1960 og til om lag 90 milliarder dollar i 1975. Denne økningen var av særlig betydning for medisin, naturvitenskap og samfunnsforskning. Antallet studenter ble brått fordoblet" (PaxLeksikon 1976)

Undervisningen på universitetsnivå har tradisjonelt foregått ved at foreleseren foreleser mesteparten av undervisningstiden. Oppgavene er typisk bakerst-i-boka-oppgaver med korte kvantitative svar, og karakterer gis ut i fra en eksamen som består av lignende problemer

(Wieman and Perkins 2005). Carlone (2003) poengterte at man kunne jobbe sammen i grupper for å samle data, men gikk hver til sitt for å tolke dem. Det blir også nevnt at man stort sett jobber med ett tema om gangen og at det er lite sammensatte oppgaver. Det med at foreleser gjennomgår teori, viser og forklarer foran i forelesningssalen mens studentene sitter og hører på og tar notater, er det jeg videre kommer til å kalle tradisjonell undervisning eller tradisjonell forelesning.

2.2 Det trengs en forandring

Det er stadig flere som etter hvert innser at det trengs en forandring innen fysikkundervisningen, og da er det spesielt snakk om at studentene trenger en bedre konseptuell forståelse og ikke bare kunne reprodusere fakta eller svare riktig på de kvantitative oppgavene som gis.

Men det er mye overbevisning som skal til før en forandring kan skje, og det kan ta lang tid når man skal starte noe nytt. Postman sa:

“When a method of doing things becomes so deeply associated with an institution that we no longer know which came first—the method or the institution—then it is difficult to change the institution or even to imagine alternative methods for achieving its purposes.” (Postman 1992, p. 143)

Forelesere kan best det de er vant til, og studentene forventer at både undervisning og eksamen vil være som de alltid har vært.

Det er mange likheter mellom fysikkundervisning og læring hos elever og studenter, og problemet tas opp på alle nivåer. Cobern skriver i ”Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education” (Cobern 1996) at realfagsundervisningen er i en reform, og han mener denne reformen kommer fordi amerikanere kan altfor lite realfag. Han peker på at mange mener at det er en bedre konseptuell forståelse eller en *conceptual change* hos elever eller studenter som skal til. Dette begrunnes i den delen av konstruktivismen¹ som sier at all læring er en prosess av personlig konstruksjon, og at elever eller studenter som får muligheten, vil konstruere vitenskaplige begreper om fysiske fenomener dersom de blir overbevist om at disse er bedre enn de forestillingene de hadde fra før. Cobern snakker mest om High School, men Meltzer og Manivannan snakker om høyere utdanning når de sier de er enige i dette. De mener at hvis studentene skal fornye sin konseptuelle forståelse ved først å forkaste sin gamle, må de tenke på den. Det gjør de for eksempel gjennom diskusjon, og de kan da oppdage mangler som den nye forklaringen dekker (Meltzer and Manivannan 2002).

Hva slags forståelse man ønsker at studentene skal ha, er for eksempel beskrevet av Duit og Treagust og Dolin:

“Understanding, as we use the term here, includes an awareness of the basic qualitative ideas in which the facts and formulas are embedded and the ability to employ that knowledge in new situations. In this context, mere retrieval of stored items from memory does not indicate understanding.” (Duit and Treagust 1995, p. 46)

¹ Her mener jeg konstruktivismen som den omtales for eksempel i ”Naturfag som allmenndannelse” (Sjøberg 1998).

“Eleven ser noget nyt i fænomenet eller begivenheden og får et andet sprog om det. I en anden terminologi vil man kunne sige, at eleven indgår i en dialog med stoffet, og at telegnelsen sker gennem denne dialog (...). Eleven ”ser”, hvorledes den potentielle energi vokser, i takt med at pendulet svinger op, fordi opsvinget ligestilles med en øgning af højden over bordet. Eleven tolker umiddelbart den forøgede passagetid af fotocellerne ved tilbagesvinget som formindsket hastighed, fordi formelen $v=s/t$ toner frem, og da $E=1/2mv^2$ også bliver trigget af hastigheden, ses dette også som mindskning af den kinetiske energi. Han eller hun kan se bevægelses- og energigraferne for sig og kan sammenstille et sted på graferne med bevægelsestilstanden.” (Dolin 2002, p. 171)

I artikkelen ”Transforming Physics Education” (Wieman and Perkins 2005) skrev Wiemann og Perkins at de fleste studentene ikke ser på fysikk som en beskrivelse av hele verden, men mer som isolerte biter med informasjon som skal pugges og kun brukes på meget spesielle situasjoner. De sier også at etter et kurs med tradisjonell undervisning tenker studentene mindre som en ekspert enn de gjorde før, og de ser på fysikk som kjedelig, lite koblet til virkeligheten og som noe som skal pugges og ikke trengs å forstås, i større grad enn før de tok kurset.

2.3 Endringer som er forsøkt

Active Physics var en reaksjon på den tradisjonelle undervisningsstilen og kom i USA tidlig på 90-tallet og omfattet undervisning mest på lavere nivå enn universitet. Det var ment som en endring i undervisningsstilen for å gjøre fysikk tilgjengelig for alle og dermed rekruttere flere. Man skulle da ta i bruk mer aktivitet og sette de ulike delene i fysikken i sammenheng.

Carlone (2003) så på en High School som tok i bruk Active Physics i deler av sin fysikkundervisning. I Active Physics-klassen kunne hun se at elevene var aktive deltakere i konstruksjon av sin egen kunnskap. Det var andre og flere elever enn normalt som var aktive, og da mente hun ikke bare med å leke seg, men jobbe hardt med problemene og prøve å forstå. En elev sa at man måtte være villig til å lære, fordi det var mulig å bare gå inn i klasserommet og ha det gøy. Men for å lære noe, måtte du aktivt prøve å forstå. For å kombinere ulike deler innen fysikk kom Carlone med et eksempel om Månen. Elevene skulle utvikle en sport som skulle kunne spilles på Månen, og da måtte de ha en konseptuell forståelse av krefter og akselerasjon og kunne sette dem i sammenheng. I Active Physics er det viktig å snakke med andre for å løse problemer. En elev sa at man snakker i grupper for å se hva andre tenker og hva du selv tenker. Alle har noe å si og du blir ofte overrasket og kan tenke ”hvorfors tenkte ikke jeg på det”. En siste forskjell var at elevene i Active Physics følte at fysikk *var* å bruke verktøy. I tradisjonell fysikk var det nødvendig å bruke verktøy, men som en atskilt del i undervisningen.

Det har vist seg at interaktiv deltakelse øker aktiv læring for de studentene som ikke automatisk tar det i bruk ved innlæring, også blant de beste studentene (Meltzer and Manivannan 2002). Interaktiv deltakelse er en term som har blitt brukt av Hake (1998) for å beskrive den type fysikkundervisning som mest effektivt tar i bruk aktiv læring gjennom diskusjon i grupper og/eller med foreleser. I høyere utdanning kan dette være spesielt vanskelig å få til fordi det ofte er mange studenter i en forelesningssal.

Hake (1998) setter et skille for endring i mekanikkundervisningen ved 1985 da Halloun og Hestenes kom med en test som skulle teste grunnleggende kunnskaper i eller begreper om

newtonsk mekanikk. Denne testen, og også neste test som er en videreutvikling av denne, omtales i neste underkapittel.

“There has been considerable recent effort to improve introductory physics courses, especially after 1985 when Halloun and Hestenes published a careful study using massive pre- and post-course testing of students in both calculus and non-calculus-based introductory physics courses at Arizona State University” (Hake 1998, p. 64)

2.4 Tester laget for å teste newtonsk forståelse

Jeg vil her se på testene Hestenes har utviklet for å illustrere hva didaktikere ønsker forbedret i fysikkundervisningen.

2.4.1 Mechanics Diagnostic Test (MD-test)

Den første testen ble kalt *Mechanics Diagnostic Test* og ble omtalt i *The American Journal of Physics* (Halloun and Hestenes 1985a). Den ble anbefalt både til å plassere studenter, evaluere undervisning og klassifisere misoppfatninger. I denne artikkelen publiserte de testen, slik at forelesere kunne bruke den selv, og kom med resultater etter å ha testet studenter i begynnerfysikk både før og etter undervisning. Resultatene var dårlige. For en fysiker vil spørsmålene se svært enkle ut, men selv de studentene som fikk A i slutten av kurset klarte ikke mer enn 75% på den testen som kom etter undervisningen. Det var ca. 10% av studentene som fikk A. Halloun og Hestenes sier tydelig ifra at de ikke er fornøyde med det resultatet.

“we think that one should not be satisfied with any instruction which fails to bring all students who pass the course above the 75% level. Conventional instruction is far from meeting this standard.” (Halloun and Hestenes 1985a, p. 1048)

Hovedkonklusjonene til Halloun og Hestenes var at studentenes opprinnelige forestillinger har stor betydning for deres prestasjoner i fysikk og at tradisjonell undervisning forandrer relativt lite på studentenes basiskunnskaper. Selv om foreleserne brukte svært ulike metoder, kunne man ikke se noen særlige forskjeller i resultatene. Det var tidligere kjent at hverdagsforestillinger, *“common sense beliefs”*, ikke stemte med newtonsk teori, og at de er stabile, slik at tradisjonell undervisning endrer lite på hvordan studentene tenker. De klandret ikke foreleserne spesielt, for de mente at foreleserne ikke kunne ta hensyn til misoppfatningene uten å vite hva de var og hvordan de kunne endres. Men de mente at hvis det var et lavt nivå på den initiale testen, ville studentene ha et dårlig konseptuelt vokabular slik at de ville komme til å misforstå en del av det som ble presentert. I tillegg mente de at en misoppfatning ikke må få mulighet til å bli hos en student.

“A low score on the physics diagnostic test does not mean simply that basic concepts of Newtonian mechanics are missing; it means that alternative misconceptions about mechanics are firmly in place. If such misconceptions about mechanics are not corrected early in the course, the student will not only fail to understand much of the material, but worse, he is likely to dress up his misconceptions in scientific jargon, giving the false impression that he has learned something about science.” (Halloun and Hestenes 1985a, p. 1048)

De fant at det kan være svært vanskelig å overbevise en student. I tillegg til resultater på testene, intervjuet de 22 studenter for å få et bedre innblikk i hvordan de tenkte. Der studentene hadde svart feil, kunne intervjuerne vise et tilfelle der studentenes alternative forestillinger ikke gjaldt, men det var ikke nok til å overbevise dem. Studentene kunne bortforklare med at det ikke var synlig for det nakne øyet, at det ville bli som de selv sa hvis man bare gjorde noe lenge nok eller at det for dette tilfellet trengtes noen andre regler.

2.4.2 Force Concept Inventory (FCI)

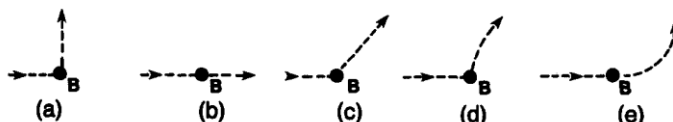
Noen år senere ble den neste testen utviklet. Den ble kalt *Force Concept Inventory* (FCI) og er i ettertid regnet som det mest brukte vurderingsinstrumentet for mekanikk (Henderson 2002). Målet til Hestenes, Wells og Swackhamer var at man kunne bedre resultatet med riktig undervisning. For å teste hvordan undervisningen hadde virket, brukte de en test før og etter et kurs. De hadde tidligere brukt *Mechanics Diagnostic Test* (MD-test), og nå hadde de designet FCI som skulle være en forbedring av MD-testen. Den ble omtalt i tidsskriftet *The Physics Teacher*. (Hestenes, Wells et al. 1992)

FCI består som MD-testen av flervalgsspørsmål som får elevene til å måtte velge mellom newtonske konsepter og vanlige hverdagsforestillinger. Figur 2.1 viser et eksempel.

(VII) In the accompanying figure, you are looking *down* at a hockey puck sliding at *constant speed* on a frictionless, horizontal surface, from point A to point B. When the puck reaches *point B*, it receives a *horizontal kick* in the direction of the heavy-print arrow.



(21) Which of the paths below will the ball follow on the horizontal surface after it receives the kick at B?



Figur 2.1: Eksempel på spørsmål fra MD-testen (hentet fra Halloun and Hestenes 1985a, p. 1052)

Mange av spørsmålene virker svært enkle for en fysikklærer. Likevel er det ganske mange som svarer feil, og det er disse feilene man som didaktiker kan lære mye av. Siden spørsmålene er så enkle som de er, blir det enklere å se hvordan studentene eller elevene tenker.

Det hadde lenge vært kjent at studentene ikke hadde så god forståelse av mekanikk som ønsket, og det er som nevnt flere som ønsket en forandring som kunne hjelpe. I artikkelen der FCI ble presentert, snakket Hestenes, Wells og Swackhamer om konsekvensene av å ikke få en bedre forståelse i løpet av et kurs.

"Since the students have evidently not learned the most basic Newtonian concepts, they must have failed to comprehend most of the material in the course. They have been forced to cope with the subject by rote memorization of isolated fragments and by carrying out meaningless tasks. No wonder so many are repelled! The few who are successful have become so by their own devices, the course and the teacher having

supplied only the opportunity and perhaps inspiration.” (Hestenes, Wells et al. 1992, p. 141)

I denne artikkelen har Hestenes fått med seg to fysikklærere, og de brukte en undervisningsmetode de kalte for ”Wells method” som Malcolm Wells har utviklet. Det er en laboratorieorientert metode som bruker mye datamaskin og simulering. Gjennom semesteret er det ikke forelesning, men mye diskusjon. Metoden ga tydelig gode resultater når det gjaldt forbedring i mekanikkforståelse. I denne undersøkelsen fikk de data fra 18 lærere i tillegg til Wells og Swackhamer. Wells og Swackhamer gjorde sitt beste for ikke å undervise med tanke på at elevene skulle gjøre det bra på testen. Lærerne gjorde som de pleide uten å vite hvordan testen skulle være. Sommeren etter gikk de gjennom et intensivkurs på seks uker der de ble satt inn i ”Wells method”, og alle sa seg enige i å bruke denne det påfølgende året. Det viste seg riktignok at det ikke ble betydelige bedringer i mer enn et par av tilfellene, og etter diskusjon med lærerne i etterkant, kom de til at lærerne hadde konsentrert seg for mye om alt det tekniske og for lite om den viktige pedagogiske delen. Hovedresultatet ble dermed at teknologi i seg selv ikke kan forbedre undervisningen. *”The best that technology can do is enhance the effectiveness of good pedagogy”* (Hestenes, Wells et al. 1992, p. 149). Men hos dem som var erfarne i metoden kunne man se en klar forbedring hos studentene. I tillegg fikk de en veldig god bekreftelse på resultatene fra den forrige undersøkelsen fra MD-testen. Særlig det at professor og undervisningsmetode ikke har noe å si for hva studentene lærer, så lenge det er det de kaller konvensjonell undervisning, eller det jeg her har kalt tradisjonell undervisning. Den forbedring vi da eventuelt ser, mente de var på grunn av studentenes egen innsats. Lærerne bidro eventuelt med inspirasjon og mulighet til å lære gjennom kurset.

2.4.3 The Mechanics Baseline Test

The Mechanics Baseline Test er en slags utvidelse av FCI og kan brukes sammen med den. Forskjellen fra FCI er at den krever en viss kunnskap innen mekanikk og inneholder også kvantitative spørsmål. Denne testen er presentert sammen med artikkelen om FCI (Hestenes and Wells 1992). Her mener de at testene utfyller hverandre. *The Mechanics Baseline Test* ser ut som en vanlig kvantitativ prøve, men er laget for å måle kvalitativ forståelse. Den inneholder ikke mye vanskelig algebra eller vanskelige begreper slik som spinn, men den regnes likevel som vanskelig på grunn av de lave skårene. Dette mener Hestenes og Wells kommer av at spørsmålene krever en konseptuell forståelse av fysikken bak. Begge disse testene er også vist i ”Peer Instruction: A User’s Manual” (Mazur 1997).

2.5 Peer Instruction

Eric Mazur introduserte i 1991 en undervisningsmetode han kaller *Peer Instruction*². Han hadde selv undervist i mekanikk på Harvard University, og etter å ha lest noen artikler fra Hestenes, ønsket han å teste sine egne studenter i konseptuell forståelse. Han fant ut at selv om studentene hans kunne svare på vanskelige kvantitative spørsmål, klarte de ikke å svare riktig på relativt enkle kvalitative spørsmål. Han ønsket å finne ut av dette og innførte parvist kvantitative og kvalitative spørsmål på eksamen. Han oppdaget da at om studentene klarte

² Peer Instruction er i korte trekk en undervisningsmetode der studentene skal lese i læreboka før undervisning. Forelesningene består kun av korte gjennomganger for så å gå over til konseptuelle spørsmål som studentene skal tenke over, diskutere med andre og svare på.

vanskelige kvantitative oppgaver, betydde det ikke nødvendigvis at de hadde forstått fysikken bak (Mazur 1997).

Etter han hadde innført *Peer Instruction*, ble prestasjonene til studentene bedre. Han hadde testet studentene sine både før og etter han hadde innført *Peer Instruction* med både FCI og *the Mechanics Baseline Test*. Studentene ble testet både i begynnelsen og etter kurset. Det man ønsker da, er en forbedring i resultatene på grunn av undervisningen. Ved å sammenligne resultatene før og etter han hadde tatt i bruk *Peer Instruction*, så han at forbedring i løpet av kurset på *the Mechanics Baseline Test* var blitt litt større, men forbedring på FCI i løpet av kurset var blitt betydelig større etter den nye undervisningsmetoden var tatt i bruk.

Metoden består i å ha korte presentasjoner som følges opp av konseptuelle flervalgsspørsmål. Det brukes gjerne fem minutter på disse spørsmålene slik at studentene får mulighet til å forklare og diskutere i grupper og foreleser får mulighet til å forklare og følge opp. Deretter kan foreleser vurdere om han eller hun skal gjennomgå mer av det spørsmålet handlet om eller om det ville være greit å gå videre. Dette tar lengre tid enn tradisjonell undervisning, og Mazur valgte derfor å gi studentene ansvaret for selv å lese seg opp på det som ikke ble gjennomgått. Dette ble det gitt spørsmål om på eksamen.

Meltzer og Manivannan (2002) har brukt en lignende metode, men de brukte svarkort i stedet for et elektronisk svarsystem. De begrunnet valget sitt med at de ønsket en undervisning som var mest mulig lik en situasjon der foreleser befinner seg på kontoret sitt og skal forklare noe for et par studenter som er kommet innom for å spørre om noe de lurer på. Der ville ikke foreleser snakket i mange minutter før han ville stilt spørsmål og fått tilbakemelding på om det han sier er forstått eller ikke.

Deres argumenter for å bruke så lang tid på diskusjon rundt et spørsmål der svarfordelingen er delt, er at man får klarhet i noe som tydeligvis var vanskelig for studentene. Hadde man bare gått videre, hadde kanskje ikke foreleser en gang merket at dette var vanskelig og at studentene hadde gale forestillinger. En god forklaring i en tradisjonell forelesning ville sannsynligvis heller ikke hjulpet noe særlig fordi studentene må jobbe mye og aktivt for å få endret sine forestillinger. Etter de har prøvd å løse en oppgave selv, diskutert litt og forsvart sine meninger, vil de være mottakelige for en forklaring fra foreleser. Hvis det fremdeles er noe uklart, vil de etter alt dette ha tenkt nok på det til å kunne stille de riktige spørsmålene.

I 2001 hadde Crouch og Mazur en oppsummering av *Peer Instruction* gjennom ti år (Crouch and Mazur 2001). Her peker de på at de ser forbedringer både hos sine studenter og hos andre forelesere som har endret sin undervisningsstil. I et kurs målte de FCI over flere år, og i alle disse årene ga den testen som ble gitt i begynnelsen av kurset omtrent samme resultat. FCI ble også gitt i slutten av kurset, og fra 1990, da det ble brukt tradisjonell undervisning, til 1991, da *Peer Instruction* ble brukt, ble forbedringen doblet. De neste årene gjorde de ulike forbedringer med undervisningsmetoden, og forbedringen på FCI ble da enda større (Se Fig. 2 eller Table 1 i Crouch and Mazur 2001).

I *Peer Instruction* er det ikke kvantitative oppgaver i forelesningen, så det lærer studentene gjennom gruppediskusjon og hjemmearbeid. Likevel så de en forbedring i resultatene på den kvantitative *Mechanics Baseline Test* fra tradisjonell undervisning, og disse resultatene fortsatte å bli bedre ettersom undervisningsmetoden ble utbedret.

Mazur anbefaler at spørsmålene som stilles i forelesningen bør svares riktig av mellom 35% og 70% av studentene. Hvis færre enn dette får det til, vil ikke diskusjonen i etterkant bli givende uten mer veiledning av foreleser, og hvis flere svarer riktig, vil ikke gevinsten med diskusjon bli stor. Spørsmålene bør også være av den typen som viser studentene begrepene og trener dem i å tenke som en fysiker og ikke bare teste hukommelse eller om studentene er flinke. For at studentene skal kunne lære av oppgavene og diskusjonen, må de gale svaralternativene passe med typiske misoppfatninger blant studenter. Det vil dermed være lurt å bruke godt utprøvde spørsmål, se i litteratur om studenters vanskeligheter eller se på typiske feil i tidligere eksamensoppgaver.

Det er denne undervisningsmetoden som har inspirert foreleser til å ta i bruk klikkere på Universitetet i Oslo.

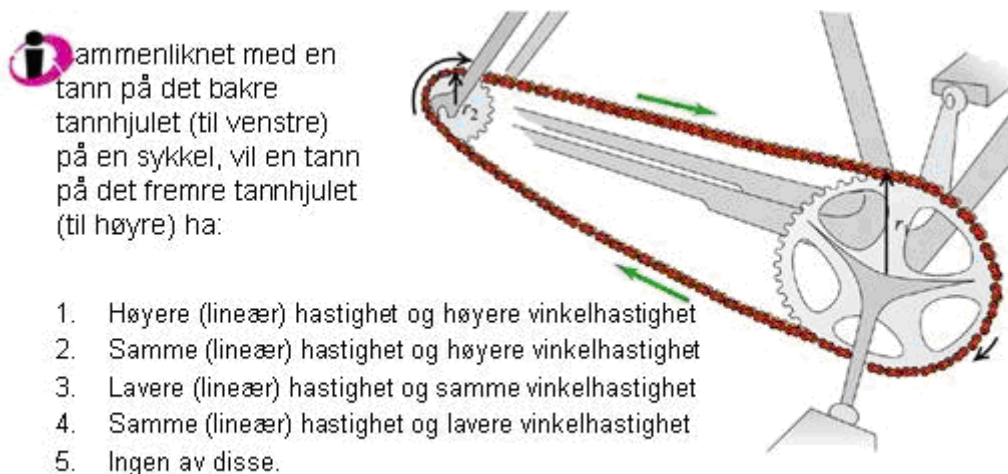
2.6 Hvordan PRS ble brukt i Fys-mek1110 våren 2007

Jeg vil nå se på hvordan PRS (*Personal Response System*) ble brukt på Universitetet i Oslo. PRS er altså et svarsystem der studentene har hver sin trådløse enhet som de på Universitetet i Oslo har hentet fra InterWrite™. Derfra får man en pakke som inneholder klikkere med infrarøde sendere, mottakere og tilhørende programvare. Figur 2.2 viser hvordan klikkere og mottaker ser ut.



Figur 2.2: InterWrite™ PRS infrared

Før systemet kan tas i bruk må hver klikker registreres og knyttes til et klikkernummer, og det gjøres på Universitetet i Oslo i forbindelse med at studentene låner klikkeren sin fra biblioteket på samme måte som en bok. I forelesningen brukes systemet slik at foreleser stiller et spørsmål og gir noen svaralternativer med PowerPoint som vises på storskjerm. Figur 2.3 viser hvordan et spørsmål med svaralternativer kan se ut.



Figur 2.3: Eksempel på hvordan spørsmål med svaralternativer vises på storskjerm.

Når foreleser starter svarprosessen i programmet kan studentene i tillegg til spørsmålet og svaralternativene se en matrise der alle klikkernumrene vises. Deretter bruker studentene klikkeren sin som en fjernkontroll for å svare ved å rette den mot en av mottakerne som er plassert rundt om i auditoriet og trykke det tallet som representerer det svaret de mener er riktig. På storskjermen vil de kunne se at matriseelementet med deres klikkernummer skifter farge når et svar blir registrert, men hvis de trykket feil eller ombestemte seg, vil de ha mulighet til å registrere et nytt svar. Matriseelementet vil da skifte farge igjen. Studentene har maksimalt mulighet til å svare tre ganger, og det er det siste svaret som blir registrert. På hvert spørsmål blir det gitt en viss tid til å svare. Denne tiden kan underveis utvides av foreleser, og det er hele tiden synlig på skjermen hvor lang tid de har igjen.

Når svartiden har gått ut, kommer svarfordelingen umiddelbart opp på storskjermen som et søylediagram der høyden på søylene forteller hvor mange som har svart hvert alternativ. Foreleser kan bestemme om søylen for riktig svar skal ha en annen farge enn de andre eller ikke. Hvis den har en annen farge er det svært lett å se hvilket svar som var riktig og hvordan studentene fordelte seg i forhold til riktig svar. Fordelen med å velge bort denne funksjonen er at foreleser kan stille spørsmålet om igjen eller sette i gang en diskusjon uten å ha sagt hva som er riktig, og det kan som nevnt tidligere være en fordel hvis det er mange gale svar.

En kort beskrivelse av forelesers hensikt med å ta systemet i bruk er gjengitt på kursets hjemmeside:

"Vi ønsker å bruke klikkere for at du som student skal lære bedre. Det gir oss muligheten til å bryte opp forelesningene med spørsmål som krever at du umiddelbart anvender det du har lært til å resonnerer om problemer i fysikk. Spørsmålene vil i hovedsak være kvalitative. De vil ikke kreve at du slår opp i læreboken, og vil teste de viktigste konseptene som gjennomgås." (Malthe-Sørenssen 2006)

2.7 Tidligere kjente problemer i mekanikk

Noe av det som er karakteristisk for fysikk som fag er at studentene ikke kommer inn i undervisningen uten noen før-forestillinger om temaene. De kommer ofte med forestillinger som bryter med fysikkens prinsipper (Ploetzner and VanLehn 1997).

"Indeed, every one of the misconceptions about motion common among students today was seriously advocated by leading intellectuals in pre-Newtonian times." (Halloun and Hestenes 1985b, p. 1056)

Dermed er det ikke rart at det er vanskelig å endre disse oppfatningene hos studentene i dag. Dette er det skrevet svært mye om, og det gjelder både for studenter og elever. IPN, institutt for naturfagsdidaktikk ved universitetet i Kiel, utgir en bibliografi samlet sammen av Duit (2008). Dette ble startet av Karl Hecht på 60-tallet og inneholder nå nærmere 8000 bøker, artikler og så videre som handler om temaer innenfor "science education" på både tysk og engelsk. Ved å søke på "misconceptions" får jeg 513 treff i bøker og artikler med dette i overskriften.

Svake studenter kan avsløres i språket. De er ikke konsekvente når det gjelder betydning av ordene. Kraft, energi, effekt, hastighet og akselerasjon er eksempler på ord som ofte brukes inkonsekvent av begynnerstudenter (Hestenes and Wells 1992; Reif and Allen 1992). Videre følger noen konkrete eksempler på hva studenters problemer går på. Jeg har valgt å konsentrere meg om det som kommer igjen i de oppgavene jeg tar for meg i resultatdelen.

2.7.1 Akselerasjon

Akselerasjon er grunnleggende for mekanikk, men regnes som vanskelig. Akselerasjon kan vise både endring i fart og endring i retning, og til sammen blir dette endring i hastighet som er en vektor. Men det er helst endring i fart vi har et begrep om fra hverdagen (Reif and Allen 1992). Det er likevel vanskelig å vite hvor stor akselerasjonen er, og det første man lærer om akselerasjon er *"to know one when you see one."* (Hestenes, Wells et al. 1992, p. 143).

I artikkelen "Cognition for Interpreting Scientific Concepts: A Study of Acceleration" (Reif and Allen 1992) har Reif og Allen tatt for seg hvordan begynnerstudenter og eksperter tenker rundt kvalitative oppgaver om akselerasjon. De fikk en test og ble intervjuet mens de svarte. De ble da først bedt om å tenke høyt til de hadde kommet til et svar, og etter det kunne intervjueren spørre utdypende spørsmål og studentene kunne eventuelt ombestemme seg. Jeg vil bruke denne artikkelen for å vise litt om hvordan begynnerstudenter tenker når de får oppgaver om akselerasjon.

For begynnerstudenter er det vanlig å glemme endring i retning når de blir spurt om akselerasjon, og de kan da for eksempel si at akselerasjonen til et objekt med konstant fart i en sirkelbane er null (Reif and Allen 1992).

Reif og Allen fortalte også om at det kunne være vanskelig å se kraft og akselerasjon i riktig sammenheng. De viste et eksempel der en student snakket om akselerasjon til en bil som kjørte gjennom en sving:

"That doesn't really explain why there's acceleration towards the middle. I don't really see it as an acceleration; I see it as more of some sort of tug toward the middle, some sort of pull. I don't really see it as acceleration, but I call it that because that's what they tell me to, and I don't know why else." (Reif and Allen 1992, p. 18)

Fordi temaet akselerasjon er så komplekst, velger mange å se på ting separat. Dette stemmer bra med det Wiemann og Perkins (2005) sa om at de fleste studentene ikke ser på fysikk som en beskrivelse av hele verden, men mer som isolerte biter med informasjon som skal pugges og kun brukes på meget spesielle situasjoner. Ulempen med kun å se mange enkelttilfeller på denne måten, er at det er vanskelig å forstå sammensatte problemer. Det kan være vanskelig å se hvilke komponenter som skal være med, og man kan komme til å utelate momenter av betydning. Reif og Allan har satt opp fire setninger som er eksempler på hva studentene ofte kan, men ofte glemmer å tenke på at ikke gjelder for alle tilfeller.

1. *"If a particle moves around a circle, its acceleration is directed toward the center."*
2. *"A particle moving with constant speed has zero acceleration."*
3. *"A particle moving with increasing speed has an acceleration directed along its velocity."*
4. *"If a particle's velocity is zero, its acceleration is zero."*

(Reif and Allen 1992, p. 20)

Det siste punktet her gjelder bare når partikkelen forblir i ro, men Reif og Allan mener at det er et problem for studenter å skille mellom hastighet og endring av hastighet. Studentene de hadde intervjuet snakket også om at det ikke var akselerasjon i det øyeblikket kula var i ro, men det var en akselerasjon rett før og rett etter. De var til og med svært sikre på at de hadde rett.

Reif og Allan kunne fortelle at studentene kom opp i paradokser i nesten 25% av tilfellene fordi de brukte forklaringer som bare gjaldt for noen tilfeller. Dette kunne oppdages blant annet ved at studentene kom til to forskjellige svar ved å bruke to forskjellige metoder, og de hadde problemer med å bestemme seg for hvilket av dem de mente var riktig. Et eksempel kan være at de ser på endring i fart som en ting og endring i retning som noe annet. De kan behandle dem ganske bra hver for seg med hver sine formler, men hvis det er begge deler kan de få problemer. Når de får slike problemer, ser det ikke ut til at de går til den teorien de kan, men de går for det svaret de liker best eller det svaret de tenkte først. Dette kan forekomme også om de selv ser grunner for at det ikke virker helt riktig. Her følger to sitater:

"I'm stuck... Well, I put it in the direction it's moving."

"It gets harder and harder to think the longer I think about it."

(Reif and Allen 1992, p. 25)

I Reif og Allans undersøkelse fant de 17 slike paradokser, og studentene svarte riktig i kun to av tilfellene.

2.7.2 Krefter

Krefter burde være sterkt forbundet med akselerasjon på grunn av Newtons andre lov, men det er ikke alltid begynnerstudenter ser slik på det. En vanlig feil hos uerfarne studenter er å tenke på to typer krefter, de som er i direkte kontakt med det kreftene virker på og de som får ting til å fortsette å bevege seg (Hestenes, Wells et al. 1992). Spesielt det siste passer svært dårlig med Newtons første lov og ligner mer på det vi i fysikken kaller bevegelsesmengde. Det at vi bruker ordet kraft i andre ord der betydningen er annerledes kan også være forvirrende. Hestenes og Wells (1992) kan fortelle om fysikklærere som tror sentrifugalkraft er en kraft.

Chi, Bassok, Lewis, Reimann og Glaser (1989) har gjort en undersøkelse på hvordan studenter løser problemer i mekanikk. Der så de klare forskjeller på forklaringer til ”gode” og ”dårlige” studenter. De viste et eksempel fra en trinse der vi har at $T - m_1g = m_1a$ der T er snordraget. De viste kommentarer fra en god og en dårlig student.

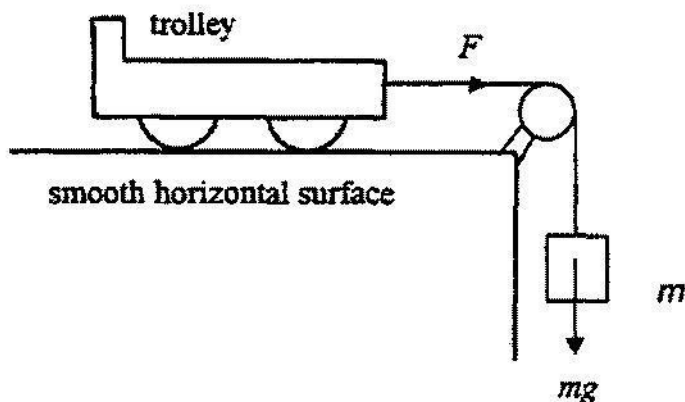
” Okay, cause the acceleration is due to gravity.”

“Okay, so it’s basically a way of adding them together and seeing if there is anything left over. And if there is anything left over, it equals the force: mass times acceleration.”

(Chi, Bassok et al. 1989, p. 165)

Den første kommentaren er i beste fall mangelfull. Den andre studenten forsøker å forstå eksempelet ved å relatere ligningen til forklaringer og prinsippet gjengitt i teksten. Dette mener de er typisk for flinke studenter.

Tao (1999) har et lignende eksempel der de ser på et lodd som henger i tyngdefeltet og er festet til en vogn som står på et friksjonsfritt bord. Tau og trinse kan sees på som masseløse. F er her snordraget og mg er tyngden til loddet. Se Figur 2.4. Spørsmålet er om F er større enn, mindre enn eller like stor som mg .

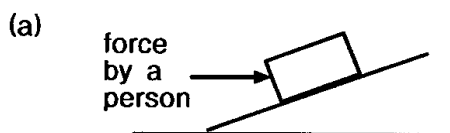


Figur 2.4: Figur til oppgave fra Tao (1999) der det spørres om størrelse på F i forhold til mg

Tao (1999) sa at mange studenter svarte at $F = mg$ og mente det største problemet var at studentene ikke koblet problemet til Newtons andre lov.

“Many students argued that since the table surface and the pulley were smooth, $F = mg$. They failed to understand that mg accelerated both the block and the trolley whilst F , being the tension of the string, accelerated the trolley only. Some students used Newton's second law to set up equations for the block and the trolley and correctly deduced that $F < mg$.” (Tao 1999, p. 372)

Når det gjelder normalkraft har de fleste studenter fått med seg at det er noe som veier opp for gravitasjon hvis de blir spurt om det. Det er likevel vanlig å se bort fra andre komponenter som kan være med på å øke eller minke den. Kim og Pak kom med et eksempel i artikkelen ”Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems” (Kim and Pak 2002). Studentene ble bedt om å tegne de kreftene som virker på klossen som er vist i Figur 2.5. Dette er en kloss som ligger på et friksjonsfritt underlag og holdes på plass av en person som dytter i den retninga pila peker. Deretter fikk de beskjed om å si hvilke krefter som ble endret dersom personen sluttet å dytte. Her ønsket man at studentene skulle se at normalkraften ble mindre, men av de tolv (44%) som hadde tegnet de riktige kreftene, var det bare to som så at normalkraften ville minke. Noen av dem som sa at normalkraften ville være konstant begrunnet det med at normalkraften $N = mg \cos \theta$, og siden ingen av disse størrelsene endres, vil heller ikke normalkraften endres.



Figur 2.5: Figur til oppgave om krefter fra Kim og Pak (2002)

2.7.3 Arbeid

Det er vanskelig å se for seg hva arbeid er, og mange studenter har problemer med å si noe mer enn at det er kraft ganger vei. Det er også ofte at studenter sier at det er utført arbeid på noe hvis det er tilført energi fordi energi ofte sees på som evnen til å utføre arbeid (Goldring and Osborne 1994). Goldring og Osborne (1994) hadde i ”Students’ difficulties with energy and related concepts” spørreskjemaer der de stilte kvalitative spørsmål om arbeid og energi, effekt og energi, energi og energikilde osv. De listet opp noen svar som viste mangel på konseptuell forståelse:

- *When work is done, heat is always created (43%).*
- *Whenever energy is transferred, work is done (56%).*
- *Energy conservation means energy saving (31%).*
- *Energy is power (17%).*
- *Work produces a force (12%).*
- *Energy is conserved in the laboratory only (16%).*

(Goldring and Osborne 1994, p. 28)

Dette var svar fra elever i alderen 16-17 år, men mange misoppfatninger tas med videre i høyere utdanning og vil derfor også være aktuelle i et begynnerkurs på universitet.

2.7.4 Problemer i mekanikk

I dette kapitlet har jeg valgt ut noen emner som beskrives som vanskelige for elever og studenter. Dette er emner jeg valgte for å sammenligne med resultater fra oppgavene jeg har tatt for meg. Det finnes også flere slike problemer innen mekanikk som er skrevet om. Eksempler er rotasjon (Roth 2001), energi (Liu, Ebenezer et al. 2001), bevegelsesmengde og impuls (Graham and Berry 1996).

3 Metode

For å se på hvordan PRS inngår i læringsprosessen til studentene, har jeg brukt flere ulike metoder og har fått mye forskjellig datamateriale.

For det første har jeg benyttet meg av alt det datamaterialet som ble lagret hos foreleser da han brukte systemet. I kapittel 3.1 vil jeg fortelle hva slags data jeg fikk, hva jeg ønsket å bruke materialet til og hva begrensningene var.

For å få et inntrykk av hvorfor dataene ble som de ble og hvordan det hele inngikk i undervisningen, valgte jeg også å være tilstede på noen av forelesningene. I kapittel 3.2 vil jeg derfor omtale observasjon som metode med utgangspunkt i hvordan jeg gjorde det.

Hovedforskningsspørsmålet mitt går på hvordan PRS inngår i studentenes læringsprosess, og jeg følte derfor at det var nødvendig å spørre studentene om hva de mente om ulike ting rundt systemet. Derfor valgte jeg å bruke spørreskjema som en av forskningsmetodene, og det er nærmere forklart i kapittel 3.3.

I tillegg til spørreskjemaet intervjuet jeg også noen få studenter noen ganger i løpet av kurset for å få vite mer om hva de syntes om systemet og hvordan de brukte det. Derfor valgte jeg intervju som den siste forskningsmetoden, og beskrivelse av hva jeg gjorde og hvorfor kommer i kapittel 3.4.

3.1 *Datamateriale fra klikkerne*

Alt som skjer elektronisk i løpet av en forelesning, altså spørsmålet som blir stilt, tiden studentene bruker før de svarer, svarene som blir gitt osv, blir lagret i programmet som følger med klikkerutstyret. Dette har jeg fått tilgang til for vårsemesteret 2007. Spørsmålene er lagret som bilder, altså JPEG-filer, og resten kommer ut i Excel-filer. Her kan jeg se hvor mange oppgaver det var på hver forelesning, hvor mange oppgaver hvert klikkernummer, altså hver student, svarte på og hvor mange riktige svar de hadde. Jeg kan se hvor lang tid studentene hadde på hvert spørsmål, hvem som svarte og hvilket svaralternativ som var riktig. Det kommer opp hva de svarte, hvor mange forsøk de brukte (1-3), hvor lang tid de brukte og hvor sikre de var. Den siste funksjonen her er egentlig ikke noe de brukte, men den var lagt inn i systemet. Siden det var knapper for hvor sikre de var på klikkeren, var det noen som brukte det selv om foreleser ikke hadde sagt noe om det. I tillegg til dette var det et sted som viste antall og prosentandel for de forskjellige svaralternativene.

Jeg har altså fått veldig mye datamateriale, og jeg bruker ikke alt i analysen. Når det gjelder klikkermaterialet har jeg laget tre Excel-filer der den ene har klikkernummer som case, den neste har forelesning som case og den siste har spørsmål som case.

Når jeg har klikkernummer som case kan jeg enkelt se hvor mye hver student har svart og hvor mye av dette som var riktig. Dette har jeg også koblet opp mot karakter og om de svarte på spørreskjemaet, og ved å legge dette inn i et statistikkprogram kunne jeg få ut mye informasjon. Til dette brukte jeg SPSS.

Ved å ha forelesning som case kan jeg se hvor mange studenter som svarte på hver forelesning og hvor mange spørsmål det var. Jeg kan også se hvor mye de klikket og hvor mye av det som var riktig.

I tillegg til dette ønsket jeg også å ha en fil der jeg tok utgangspunkt i hvert spørsmål. Da kan jeg se på de ulike spørsmålene i en forelesning for å se om det var noen forskjell på hvilke spørsmål som mange svarte på eller hvor mye riktig det var.

Disse tre filene la jeg også inn i SPSS. Der kan jeg finne ut av blant annet frekvens og korrelasjon, og jeg får også fine grafiske fremstillinger.

Korrelasjon viser om det er noen lineær sammenheng, eller samvariasjon mellom ulike variabler. Pearsons korrelasjonskoeffisient sier noe om styrke og retning på samvariasjonen, og går fra -1 til 1. Hvis vi ser at de som har en høy verdi på en variabel også har en tendens til å ha en høy verdi på en annen i tillegg til at de som har en lav verdi på den ene også har en lav verdi på den andre, har vi en positiv korrelasjon. Negativ korrelasjon er når det er høy verdi på en variabel samtidig som det er lav verdi på en annen. Hvis korrelasjonen er rundt null, kan vi ikke se at det er noen lineær samvariasjon.

I SPSS vil også signifikansnivået oppgis, og det sier noe om hvor sannsynlig det er at korrelasjonen som oppgis er et resultat av tilfeldigheter. SPSS markerer med en stjerne (*) hvis korrelasjonen har bedre signifikansnivå enn 0,05 og med to stjerner (**) hvis nivået er bedre enn 0,01. Hvis det er to stjerner bak en korrelasjonskoeffisient er sannsynlighet for at resultatet var tilfeldig mindre enn 1%.

I tillegg til å se på generell statistikk for klikkerbruk i kurset, har jeg tatt for meg noen klikkerspørsmål. Da så jeg i hovedsak på svarfordeling og hvem som svarte hva. Jeg har sett på ulike temaer, og til hvert av disse temaene har jeg valgt noen spørsmål der spørsmålene er ganske like, handler om det samme, eller studentene svarte ganske likt. De fleste spørsmålene jeg valgte å se på fungerer bra med tanke på å skille gode studenter fra dårlige, men jeg har også sett på noen som ikke fungerer bra på den måten.

For alle klikkerspørsmålene har jeg laget en total skårverdi for hver student gjennom hele semesteret. Dette er en relativ skåre som sier hvor mange av klikkerspørsmålene studenten har svart riktig på i forhold til det antall spørsmål studenten har svart på gjennom semesteret. Dette ble i SPSS regnet om til en standardisert skårefordeling med gjennomsnittsverdi lik 0 og standardavvik lik 1 (z-skåre). Dersom en student har svart riktig på en lavere prosentandel av spørsmålene, som er besvart av denne studenten, enn gjennomsnittet, blir z-skåren negativ. Hvis en student har svart riktig på en større prosentandel av spørsmålene enn gjennomsnittet, blir z-skåren positiv. For hvert klikkerspørsmål kan jeg i SPSS få ut en gjennomsnittsverdi for z-skåren på hvert svaralternativ. Et eksempel er vist i Tabell 3.1.

Zscore(Prosent) * s15q1

Zscore(Prosent)

s15q1	Mean	N	% of Total N
1*	.4686852	53	62.4%
2	-.5409149	6	7.1%
3	-.4906016	11	12.9%
4	-.5318648	9	10.6%
5	-.2213783	6	7.1%
Total	.1186253	85	100.0%

Tabell 3.1: Eksempel på hvordan z-skåren ser ut for et klikkerspørsmål

Riktig svar for dette spørsmålet var alternativ 1, og vi ser at det er flest studenter som har svart dette alternativet. Det vi også ser er at gjennomsnittlig z-skåre for dette svaret er ca 0,5 som betyr at de studentene som har svart dette svaralternativet, ligger som gruppe et halvt standardavvik over gjennomsnittet for alle studentene når det gjelder hvor stor andel av spørsmålene de svarer riktig på. Gruppene av studenter som har svart galt, ligger for de fleste distraktorene rundt et halvt standardavvik under gjennomsnittet. Dette viser at spørsmålet diskriminerer godt mellom faglig sterke og svake studenter. De klikkerspørsmålene jeg har rapportert i denne oppgaven er alle analysert på denne måten.

I dette kurset slapp studentene den siste av tre obligatoriske oppgaver hvis de brukte klikkeren aktivt, det vil si mer enn 75%. Det spilte ingen rolle om de svarte riktig eller galt. Det gjorde foreleseren fordi han ønsket at studentene skulle bruke klikkeren mye, men uten at de skulle føle seg presset til å prestere bra. De skulle helst bare svare det de mente slik at foreleser kunne få et så riktig bilde som mulig av hvordan det lå an. Når det ikke spiller noen rolle hvor mye de svarer riktig, kan man risikere at det er noen som bare trykker for å slippe den siste obligatoriske oppgaven og ikke bryr seg om hvordan systemet inngår i læringsprosessen. Dette kan være vanskelig å observere siden man ikke kan høre alle diskusjonene. En annen ting som kan ødelegge bildet noe er at studentene kan sende klikkeren sin med en medstudent som kan sitte og trykke på to klikkere. Da vil det i systemet se ut som studenten var tilstede uten at han eller hun var det. Det kan være vanskelig å se forskjell på om en student svarer på to forskjellige klikkere eller svarer to ganger på samme klikker hvis han eller hun prøver å skjule det. Alt dette sier noe om årsaken til at jeg ønsket å observere, intervjuer noen av studentene og også dele ut et spørreskjema. Mer om dette kommer i de neste kapitlene.

3.2 Observasjon

Selv om jeg får mye informasjon fra datamaterialet, er det likevel mye interessant jeg ikke kan se der. Jeg kan for eksempel ikke se hvordan hvert spørsmål inngår i undervisningen, hvordan foreleser presenterer stoffet og hvordan studentene reagerer. Jeg får ikke noe inntrykk av diskusjonen rundt spørsmålene, og jeg kan dessverre heller ikke se om foreleser har stilt spørsmålet flere ganger. For å få et bedre inntrykk av dette var jeg tilstede på noen av forelesningene.

Det er umulig å få med seg alt som skjer når man observerer. Det er derfor viktig å bestemme seg på forhånd for hva man ønsker å fokusere på. Jeg ønsket først og fremst å se på hvordan systemet ble brukt og hvordan det ble tatt imot. Jeg vurderte det slik at det ikke ville ha noe å si for situasjonen om jeg var tilstede eller ikke siden det er en åpen forelesning med mange

studenter i et stort auditorium, og for dem som ikke kjente meg igjen, ville jeg bare se ut som enda en student. Som hjelpemiddel hadde jeg med meg en notatblokk for å notere underveis. For å få all den informasjonen jeg kunne komme til å ha bruk for, burde jeg nok hatt videoopptak av både foreleser og alle studentene i alle timene, men det hadde jeg ikke mulighet til. Jeg var derimot innom åtte av forelesningene og håpte at det ville gi et innblikk i hvordan det stort sett var.

Siden jeg ville få alle dataene fra spørsmål og svar, fokuserte jeg ikke så mye på hvordan hvert spørsmål gikk. Jeg ønsket mer å se på hvordan foreleser flettet oppgavene inn i undervisningen. Det var da noen punkter jeg fokuserte på.

- ✓ Hvor mye teori hadde han før og etter hvert spørsmål
- ✓ Hvordan introduserte han spørsmålene
- ✓ Hvordan fulgte han opp spørsmålene etter studentene hadde svart
- ✓ Hadde svarfordelingen noe å si for hvordan han fortsatte i etterkant
- ✓ Hvor mye oppfordret han til diskusjon under og etter svarprosessen
- ✓ Hvor mye diskuterte studentene med hverandre
- ✓ Var det noen som svarte med flere klikkere
- ✓ Var det noen som ikke brukte klikker

Generelt ønsket jeg også bare å se og føle litt på stemningen i auditoriet under bruken av systemet som undervisningsopplegg.

Noe som ikke er så enkelt å få med seg ved å bare observere bruken av systemet i forelesningen, er hva studentene tenker rundt bruken. Som Thagaard sier er kombinasjoner av metoder vanlig *”hvor formålet er å oppnå en helhetlig forståelse av en eller flere ’case(s)’”* (Thagaard 2003, p. 81). Jeg har valgt å bruke observasjon i kombinasjon med andre metoder, og på grunn av tidsbegrensning blir egentlig observasjonen mest et supplement til resten for å forstå det jeg får ut fra de andre forskningsmetodene.

3.3 Spørreskjema

3.3.1 Hvorfor spørreskjema?

Gjennom datamaterialet fra klikkerne ser jeg en del om hvordan foreleser og studentene bruker klikkeren, men jeg vil i tillegg undersøke hva studentene syntes om systemet og om hvordan systemet ble brukt i dette kurset i tillegg til om de mente at det å bruke et slikt system hadde noen effekt på hvordan de lærte seg fysikk. Jeg ønsket derfor å spørre dem, og for å få svar fra flest mulig, valgte jeg å ha en spørreskjemaundersøkelse.

Spørreskjema som metode har mange fordeler. Det er den enkleste måten å få svar fra mange, og respondenten kan føle seg anonym hvis man ikke ber om personlige opplysninger som navn eller adresse. Selve datainnsamlingen tar kort tid, og siden jeg hadde mulighet til å dele ut skjemaet til en samlet gruppe og være tilstede under utfyllingen, tok ikke datainnsamlingen mye mer tid enn tiden det tar å fylle ut skjemaet. Jeg kommer tilbake til hvordan jeg gjorde det rent praktisk. Andre grunner til at jeg valgte å være tilstede under utfyllingen var at jeg da kunne svare på eventuelle spørsmål underveis, og jeg håpte at det ville øke svarprosenten fordi det ville være et lite press at jeg kunne se hvem som svarte og ikke svarte. I et spørreskjema med lukkede spørsmål er det også relativt lett å oppdage generelle strukturer og

mønstre ved svarene. Spørreskjema brukes derfor som forskningsmetode hvis man ønsker å si noe generelt om en populasjon, og siden jeg ønsket informasjon om hva studentene som gruppe mente om systemet, ble en spørreskjemaundersøkelse et naturlig valg.

Det er også enkelte ulemper med spørreskjema som må tas med i vurderingen. Det er for eksempel vanskelig å få et fullstendig inntrykk av hva meningene til hver enkelt person er når man stort sett har lukkede spørsmål. Respondenten, altså de som svarer, vil ikke kunne få fram kompleksiteten i meningene sine slik de har større mulighet til hvis de kan bruke sine egne ord (Robson 2002). Jeg hadde heller ikke mulighet til å hente inn mer data i etterkant, og dette er grunner til at det har vært viktig for meg å fokusere på å lage gode spørsmål og dekkende svaralternativer slik at jeg kunne få den informasjonen jeg trengte. Man har mulighet til å stille åpne spørsmål i spørreskjemaer hvis man ønsker det, men det tar svært lang tid å kode og analysere, og det er også vanskeligere å standardisere og gruppere slik som er ønskelig for å få en generell oversikt. Derfor valgte jeg heller å ha kvalitativt intervju som en av forskningsmetodene i tillegg til spørreskjema, men det forklarer jeg mer om i kapittel 3.4.

3.3.2 Utformingen av spørreskjemaet

Da jeg skulle lage spørreskjemaet, fulgte jeg mye av det som står i metodelitteraturen om hvordan spørreskjemaer bør bygges opp og hvordan spørsmålene bør være. Se for eksempel Robson (2002). Jeg ønsket høy responsrate, og jeg ønsket å få informasjon som kunne være viktig for undersøkelsen.

For å oppnå dette, prøvde jeg for det første å ha et så innbydende og brukervennlig spørreskjema som mulig. Bortsett fra det første punktet, der studentene skulle oppgi sitt klikkernummer, hadde alle spørsmålene avkryssingsbokser, og det var kun ett kryss per spørsmål. Spørreskjemaet er vedlagt i Appendiks 1. Jeg fikk også plass til hele spørreskjemaet på en side slik at det ikke skulle virke uoverkommelig, men uten at det skulle være så trangt at det virket uoversiktlig. Responsraten kan bli betydelig svekket hvis det er vanskelig å se hvilket svar som hører til hvilket spørsmål eller lignende (Robson 2002).

Når det gjelder oppbyggingen av skjemaet, begynte jeg med helt enkle spørsmål slik at respondenten skulle komme greit i gang med å svare. Deretter hadde jeg et introduksjonsspørsmål som skulle være lett å svare på og som introduserte temaet, nemlig klikkersystemet. Videre fortsatte jeg med helt konkrete spørsmål om hver students opplevelse av bruken av systemet. Etter dette stilte jeg et generelt spørsmål som gikk på helhetsvurderingen fordi jeg da kunne anta at de hadde tatt med mange aspekter i denne vurderingen siden de allerede hadde tenkt på det jeg mente var det viktigste i det helhetlige bildet under de konkrete spørsmålene. Deretter stilte jeg et par spørsmål om det å lære fysikk, og disse kan ha vært litt vanskeligere å svare på fordi det er et tema jeg ikke kan gå ut fra at studentene har tenkt gjennom på forhånd. Disse spørsmålene var ganske generelle. Hvis jeg skulle gått mer konkret inn på dette temaet hadde denne undersøkelsen blitt mye større, og det hadde jeg ikke mulighet til i denne oppgaven. Til slutt hadde jeg et avslutningsspørsmål som både fungerte som en avrunding av temaet og avrunding av undersøkelsen fordi det var et litt lettere spørsmål. Dette gjorde jeg fordi jeg ønsket at studentene skulle sitte igjen med en grei opplevelse av spørreskjemaundersøkelsen.

I det aller første spørsmålet i spørreskjemaet spurte jeg etter klikkernummeret fordi jeg da ville kunne koble svarene i spørreskjemaet opp mot bruken av klikkeren i senere analyse. Det

ville fremdeles være anonymt fordi jeg aldri koblet klikkernummer opp mot navn, og dette stod også som innledning i skjemaet.

3.3.3 Spørsmålene

Som tidligere nevnt, var det et mål for meg å få så god responsrate som mulig, og derfor ønsket jeg så enkelt og konkret språk som mulig. Spørsmålene skulle være lette å forstå og de skulle forstås på samme måte av alle studentene og av meg. Det er generelt viktig at alle svaralternativene respondentene vil kunne ønske å svare er tilstede. Det kan virke negativt hvis de ikke føler seg komfortable med noen av svaralternativene. Hvis man ikke får til dette, risikerer man lav responsrate og dårlige data. Det er likevel mye omdiskutert om man skal ha med nøytrale svar fordi man da kan gå glipp av informasjon siden det er enklere for respondenten å svare for eksempel ”vet ikke” eller ”har ingen mening”. Jeg har brukt ”vet ikke” som svaralternativ på ja- eller nei-spørsmålene i tillegg til ”ja” og ”nei” fordi man helst ikke bør tvinge fram en mening (Robson 2002), men jeg har ikke slike nøytrale svar på de andre spørsmålene. Jeg vurderte det slik at jeg ikke trengte informasjon fra dem som eventuelt ikke kunne svare på spørsmålene for eksempel fordi de ikke hadde vært tilstede i forelesningene. Svaret ”vet ikke” anbefales i norsk metodelitteratur der det er sannsynlig at respondenten ikke er i stand til å svare på spørsmålet (Johannessen, Tufte et al. 2006).

I et spørreskjema er det ikke så greit å spørre om det generelle bildet selv om det er det man lurer på. Hver enkelt må svare for seg, og så blir det opp til forskeren og trekke konklusjoner i analysen. Konkrete spørsmål har lettere for å bli oppfattet på samme måte av alle og de er enklere å kode.

De fleste spørsmålene mine hadde svaralternativer på en Likert skala. Jeg valgte da å ha fem svaralternativer der det gikk fra for eksempel ”for få” til ”for mange” eller ”helt uenig” til ”helt enig”. Dette gjorde jeg fordi det da blir enkelt å sammenligne svar og foreta en statistisk analyse. På en Likert skala er det ikke likegyldig hvor mange svaralternativer man velger å ha. Jeg ønsket ikke å ha så få alternativer at det ikke ville være mulig å se nyansene på svarene, og jeg ønsket derfor å ha flere enn fire svaralternativer. Hvis det er odde antall svaralternativer, vil det være et nøytralt svar mens en skala der antall svaralternativer er et partall, vil respondenten måtte svare enten positivt eller negativt. Jeg vurderte det slik at et svaralternativ med ”passe” ville være aktuelt flere steder, og jeg valgte derfor å ha et odde antall svaralternativer. Jeg hadde ikke tekst til hver avkryssningsboks, men jeg hadde i stedet et tall bak hver avkryssningsboks. Ekstremverdiene i tillegg til den nøytrale verdien sammen med tallene vurderte jeg til å være nok for å forstå skalaen. Det å ha et tall bak hver avkryssningsboks gjorde det også enkelt å kode.

3.3.4 Planlegging og gjennomføring

I følge Robson (2002) er det seks stadier man må gjennom i en spørreskjemaundersøkelse. Først er det den første planleggingen der man bestemmer seg for hva man ønsker. Når man har fått et visst inntrykk av hvordan undersøkelsen skal gjennomføres, kan man designe spørreskjemaet. Spørreskjemaer skal ikke lages ved at forsker eller en gruppe setter seg ned og prøver å lage interessante spørsmål, men et spørreskjema skal designes med tanke på å nå målet for forskningen. En viktig oppgave til forskeren blir her å linke forskningsspørsmål til spørreskjemaspørsmål. Det neste som skjer er at skjemaet og spørsmålene må testes, og før datainnsamlingen begynner, kommer den endelige planleggingen og designen. Det Robson

regner som det nest siste stadiet er datainnsamlingen, og til slutt kommer koding av svar og analyse.

Jeg fulgte denne listen, men siden jeg hadde begrenset med tid til rådighet ble ikke skjemaet prøvd ut på noen testpersoner. Datainnsamlingen foregikk på den første repetisjonstimen like før avsluttende eksamen, og dermed etter at alt nytt stoff var gjennomgått. Jeg valgte den forelesningen fordi studentene da var ferdige og kunne se tilbake på klikkerbruken. Jeg håpte at det ville være mange tilstede på en repetisjonstime fordi foreleser da svarer på spørsmål og ofte kommer med noen tips og hint om eksamen. Jeg ønsket å presentere det slik at så mange som mulig ville svare, og ved å være tilstede under utfyllingen, håpet jeg at det ville føles som et lite press til å svare.

3.3.5 Validitet og reliabilitet

Validiteten er et uttrykk for om undersøkelsen faktisk måler det den gir seg ut for å måle, altså om det er overensstemmelse mellom variabelen vi ønsker å måle og variabelen vi faktisk måler. Vi ønsker for eksempel at en prøve i leseferdighet faktisk måler leseferdighet. Judd, Smith og Kidder (1991) definerer på sin side validitet som et mål for hvor fri en test er for systematiske eller forutsigbare feil.

Reliabiliteten er et mål på hvor pålitelig dataene er, altså om dataene våre stemmer med de faktiske forhold. Et mål for undersøkelsen blir dermed at den skal måle det samme hver gang, uansett hvem som måler og hvem det måles på. Reliabilitetsproblemer kan skyldes at dataene vi får oppgitt er feilaktige eller at vi slurver under innsamling og behandling av data (Røe 2005). Judd, Smith, og Kidder (1991) definerer reliabilitet som et mål for hvor fri testen er for tilfeldige eller uforutsigbare feil.

I dette spørreskjemaet er ikke spørsmålene særlig vanskelige, så jeg tror faren for at studentene misforstår spørsmålene eller vurderer svaralternativene ulikt er svært liten. Det første spørsmålet kan by på problemer dersom noen studenter leverte klikkeren sin tilbake allerede like etter den tredje obligatoriske oppgaven. Det kan da være de har glemt klikkernummeret sitt, men med å kontrollere opp mot hverandre og opp mot de klikkernumrene jeg har liste over, tror jeg ikke det vil være noen feil jeg ikke klarer å oppdage. Jeg valgte dermed å ta med det spørsmålet, så kunne jeg heller la være å ta det med i analysen hvis jeg etter å ha sett svarene synes de utgjorde et for dårlig grunnlag.

3.3.6 Koding og analyse

Data snakker ikke for seg selv og de må derfor kodes og analyseres. Dette var et skjema som var svært lett å kode siden alle spørsmålene bortsett fra det første bare var avkryssing i bokser som hadde tall ved siden seg. Og siden det første spørsmålet bare var et tall, var det relativt enkelt å lage et kodeskjema i Excel. Det ligger vedlagt i Appendiks 2. Her har alle spørsmålene fått hver sin kolonne, men jeg var også åpen for at ikke alle studentene hadde svart på skjemaet med kun tall og kryss i en av boksene per spørsmål, så jeg hadde en ekstra kolonne der det kunne skrives kommentarer. Kommentarfeltet kunne dermed brukes hvis studenten hadde skrevet en kommentar, satt flere kryss, satt kryss mellom to bokser eller det ellers var vanskelig å tyde hva studenten egentlig mente.

Jeg fikk hjelp til selve kodingen og fikk dermed tilbake kodeskjemaet ferdig utfyllt og alle spørreskjemaene nummerert slik at jeg enkelt kunne gå tilbake til hvert skjema for å se dersom det var noe jeg lurte på. Det var dermed enkelt å gå gjennom alle dataene for å se om det var noe som ikke kunne brukes.

Da dataene var lagt inn i Excel, var det enkelt å overføre dem til SPSS.

3.4 Intervju

3.4.1 Hvorfor intervju?

Gjennom datamaterialet fra klikkerne og observasjon får jeg studert hvordan studentene og foreleser bruker klikkeren, og gjennom spørreskjemaet får jeg innblikk i hva studentene mener om systemet. Ulempen med spørreskjema med faste spørsmål og svaralternativer er at det ikke er åpent for overraskende svar. Med et fast spørreskjema er det ikke mulighet for å avdekke hva som skjer underveis i prosessen fordi forskeren ikke har direkte kontakt med respondenten underveis, og det stort sett ikke er mulig å samle inn mer data i etterkant. Forsker må derfor på forhånd ha gjort sine antagelser om hvordan ting henger sammen og ut fra det stille spørsmål og gi svaralternativer. Ved et kvalitativt intervju har man større mulighet for å gå i dybden. Man kan stille åpne spørsmål for å få et inntrykk av hvordan emner og ting informanter er opptatt av er forankret i deres bevissthet, og deretter stille oppfølgingsspørsmål hvis man ikke har fått all informasjonen man ønsket. Det kan også være at man får uventede svar som kan kaste nytt lys over undersøkelsen. I tillegg ligger det mye informasjon i det ikke-verbale språket som man kan få med seg når man intervjuer noen ansikt til ansikt. Det kan da bli lettere å se hva det er informanten er mest engasjert i eller når han eller hun er usikker på noe. Mason (2002) har noen argumenter for kvalitativt intervju, og to av dem går på at menneskers erfaringer og oppfatninger kommer best fram når informanten kan være med å bestemme hva som diskuteres i intervjuet, og at forskeren må snakke, samhandle, lytte og stille spørsmål for å få tak i menneskers kunnskap, forståelser, erfaringer og samhandlinger.

King og Kitchener (1994) har fire eksempler på når det er hensiktsmessig med kvalitativt intervju som forskningsmetode. Det er a) når studiet fokuserer på meningen til deltakerne, b) når personlige historier gir mye informasjon, c) hvis informasjon trengs før en kvantitativ studie og d) for å validere en kvantitativ studie. Jeg har brukt noe fra alle punktene. Jeg ville gjerne høre om meninger og tanker til studentene for å se hvordan PRS medvirket i læringen av fysikk. Personlige historier kunne blant annet gi innblikk i både hvordan foreleser brukte PRS i undervisningen, hva andre studenter i gruppen som jeg ikke hadde mulighet til å intervju syntes og hvordan studentene normalt jobbet for å tilegne seg nytt stoff. Det å få informasjon før en kvantitativ undersøkelse var i utgangspunktet ikke min hovedårsak til å velge intervju som forskningsmetode, men siden jeg hadde spørreskjemaundersøkelsen mot slutten av semesteret, hadde jeg da fått et grunnlag for å vite mer om hva resten av studentene kom til å svare på spørsmålene slik at jeg kunne lage gode svaralternativer. Jeg hadde også fått et bedre innblikk i hva jeg egentlig ønsket å få svar på fra resten av studentene. Årsaken til å velge kvalitativt intervju var ikke å validere en kvantitativ undersøkelse, men jeg ønsket å få et bedre innblikk i hva de kvantitative dataene sa. Jeg valgte dermed også kvalitativt intervju som en av forskningsmetodene.

Jeg ønsket å se på både førsteinntrykket studentene fikk av systemet og hvordan det utviklet seg utover i semesteret. Læringsprosessen når man skal lære seg fysikk, er som ordet sier, en prosess. Hvis meningene endres i løpet av denne prosessen, kan det være vanskelig for studentene å huske hvordan det var tidligere hvis jeg for eksempel bare hadde intervjuet dem etter at semesteret var ferdig. Jeg intervjuet derfor studentene flere ganger i løpet av semesteret.

3.4.2 Hvem skal intervjues?

Kvalitative intervjuer tar ganske lang tid både når det gjelder datainnsamling og analysering. Jeg kunne av den grunn ikke intervju så veldig mange studenter. Siden jeg i tillegg skulle intervju hver student tre ganger i løpet av et semester, valgte jeg å intervju seks studenter. Ønsket mitt for disse seks var at det skulle være typiske representanter for studenter på kurset samtidig som jeg ønsket at de skulle være ulike slik at jeg fikk fram et eventuelt spenn av ulike typer studenter.

For å få rekruttert intervjuobjekter gjorde jeg det rent praktisk slik at jeg presenterte prosjektet mitt på den første forelesningen. Det var den samme forelesningen som foreleser presenterte PRS, og siden han gjorde det først, visste studentene litt om hva det gikk ut på. Det var altså en forelesning på to timer med en pause på 15 minutter, og jeg gjorde det slik at jeg presenterte prosjektet mitt rett før denne pausen. Da sa jeg at jeg ønsket å intervju seks av studentene tre ganger i løpet av semesteret, og for å sikre meg at det var nok som meldte seg til at jeg kunne få ulike typer studenter, skulle de som ble med få en t-skjorte og et gavekort. Deretter ba jeg folk melde seg i pausen slik at jeg kunne skrive ned navn og e-postadresse for så å kunne kontakte dem jeg mente ville være et egnet utvalg. Det gikk bra, for det var 18 studenter som meldte seg. Jeg spurte dem litt om bakgrunn og hvilket studieprogram de holdt på med eller tilsvarende, og ut fra kjønn, fagbakgrunn, alder og studieprogram de var på, sendte jeg e-post til seks studenter som alle sa ja til å være med. Blant disse seks studentene var det to jenter og fire gutter. Det ble naturlig å ha flest gutter både fordi det var flere gutter enn jenter som meldte seg og fordi det var flere gutter enn jenter på kurset. Når det gjelder studieprogram disse studentene var med på, var det to av dem som gikk på FAM (fysikk, astronomi og meteorologi) som er det man begynner på hvis man ønsker å studere fysikk på Universitetet i Oslo. FYS-MEK1110 vil da være et obligatorisk fag. En tredje student gikk på MEF (materialer og energi for fremtiden). Da ville også dette kurset være obligatorisk. En fjerde student gikk på LAP (lektor- og adjunktprogrammet) der dette kurset er obligatorisk hvis fysikk er en av studieretningene studenten velger. En femte student gikk på kjemi der dette kurset er et av tre alternativer man kan velge, og den siste studenten hadde en utdanning fra før og ville bygge videre på den for å kunne ta en master i fysikk senere.

3.4.3 Semi-strukturert intervju med intervjuguide

I denne oppgaven ble semi-strukturert intervju valgt. Det er en type intervju som har en overordnet intervjuguide som utgangspunkt for intervjuet mens spørsmål, temaer og rekkefølge kan varieres underveis. Jeg valgte denne varianten fordi jeg ønsket støtte fra en godt planlagt intervjuguide der spørsmål, ordlyd og temaer var diskutert på forhånd mens jeg fremdeles hadde mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål underveis eller snakke mest om det informanten var opptatt av.

Jeg hadde altså tre intervjurunder slik at det for seks studenter ville bli til sammen 18 intervjuer. Det var imidlertid en av studentene som sluttet på kurset underveis, slik at hun bare var med på det første intervjuet. Det ble da til sammen 16 intervjuer. Tre av dem er vedlagt i Appendiks 3, 4 og 5. Felles for alle intervjuguidene er at innledningen og hovedspørsmålene har fullstendige setninger som kan brukes som de er. Det valgte jeg fordi jeg synes det er greit å bruke noe som er diskutert og gjennomtenkt hvis jeg har mulighet og det faller naturlig. Jeg var likevel åpen for å endre ordlyd eller rekkefølge hvis dette ville være naturlig. Når det gjelder punktene som er under hvert hovedspørsmål, er de stort sett i stikkordsform. De har jeg tatt med mest fordi de sier meg hva det er jeg ønsker besvart i hvert spørsmål slik at jeg kan stille oppfølgingsspørsmål hvis jeg ikke får svar på alt jeg ønsker. I de to siste intervjurundene har jeg individuelle intervjuguider for å følge hver student tetttest mulig. Sitater fra tidligere intervjuer står her i kursiv.

I et intervju er det som i et spørreskjema ønskelig å begynne med enkle spørsmål med enkle svar. Det er for å opprette et godt forhold til informanten slik at han eller hun blir villig til å svare etter beste evne. Etter hvert kan man ha vanskeligere spørsmål, og på slutten bør intervjuet avrundes på en grei måte (Johannessen, Tufte et al. 2006). Jeg gjorde det slik at jeg begynte med konkrete spørsmål som jeg mente ville være enkle å svare på. De spørsmålene som kom senere kunne være litt vanskeligere å kreve litt mer tenking, og for å avrunde stilte jeg for eksempel spørsmål som gikk på det å se framover. Veilederne mine og jeg diskuterte hovedspørsmålene i forkant av intervjuene. Da så vi for det første på om disse spørsmålene ville gi svar på forskningsspørsmålet, men vi så også på selve ordlyden for å se om disse spørsmålene var de rette for å få vite det vi ønsket.

3.4.4 De tre intervjurundene

I den første intervjurunden lagde jeg en felles intervjuguide for alle seks, og den ligger vedlagt i Appendiks 3. I de neste intervjurundene fokuserte jeg mer på hvert enkelt case enn på å sammenligne. Intervjuguider ble da skreddersydd hver enkelt informant. De ulike intervjuguidene i runde 2 lignet likevel mye på hverandre, og det samme gjaldt for runde 3, så jeg har bare lagt ved ett eksempel fra hver av dem, henholdsvis Appendiks 4 og Appendiks 5.

Intervju 1

Det første intervjuet ble foretatt den første uken, men etter andre forelesning slik at de hadde hatt en forelesning med PRS og dermed et førsteinntrykk. Siden dette var det første intervjuet, hadde jeg en ganske lang innledning der jeg presenterte meg selv og prosjektet og forklarte hva jeg ønsket fra dem. Jeg sa også i fra om at intervjuet ville bli tatt opp på kassett og ga dem mulighet til å trekke seg hvis de ønsket det. I dette første intervjuet ønsket jeg å bli litt kjent med informantene og spurte derfor en del om bakgrunn, forventninger til kurset og ønsker for fremtiden. I tillegg snakket vi litt om PRS, men det ble begrenset fordi de hadde så lite erfaring. Det ble mest spørsmål om inntrykk de hadde av metoden som undervisningssystem og forventninger de hadde til bruken i dette kurset. Etter dette intervjuet fikk de informasjon om hvordan de kunne få t-skjorten de var lovet for å være med på dette opplegget.

Intervju 2

Det andre intervjuet ble foretatt rundt midtveiseksamen, altså i slutten av mars. Ett intervju ble holdt før midtveiseksamen mens de andre fire ble holdt etter. Det var omtrent midt i semesteret, og de ville da være godt i gang og godt vant med å bruke klikkeren i undervisningen. I innledningen gjorde jeg det klart at helheten i kurset var viktig for meg

siden jeg ønsket å se på hvordan PRS inngikk i studentenes læringsprosess. De andre elementene som resten av forelesningen, gruppeundervisning, oppgaveregning, kollokvium og selvstudium ville dermed også være viktige å se på. Dette intervjuet dreide seg i hovedsak om hva informanten syntes så langt.

Intervju 3

Det siste intervjuet foregikk etter avsluttende eksamen. I dette intervjuet spurte jeg om hvordan ting hadde gått, og jeg tok også opp noen spørsmål som jeg hadde stilt tidligere slik at jeg kunne sammenligne utover i semesteret. Til slutt spurte jeg om jeg kunne få tilgang til karakteren til studenten. Jeg la vekt på at de ville være anonyme for alle andre enn meg. Etter dette intervjuet delte jeg ut gavekortet de var lovet for å være med på dette opplegget.

3.4.5 Validitet og reliabilitet

Ordene validitet og reliabilitet er forklart kort i kapittel 3.3.5. For eksempel Bjørkhaug (2004) har en grundigere gjennomgang av validitet og reliabilitet i kvalitative undersøkelser.

For intervjuene styrket jeg validiteten ved å ta opp alle intervjuene på kassett for ikke å få mangelfulle data (Robson 2002). Jeg gjennomgikk også spørsmålene med erfarne folk slik at vi sammen fant ut hvilke spørsmål som ville gi svar på det vi ønsket.

For å styrke reliabiliteten i intervjudataene transkriberte jeg fra lydbåndene så tidlig som mulig etter intervjuene. Da ville jeg fremdeles huske kroppsspråk eller ironi som kan være vanskelig å oppfatte på lydbånd. Det at det er samme person som både intervjuer, transkriberer og analyserer, vil i følge Bjørkhaug (2004) også styrke reliabiliteten.

I kodingen styrket jeg reliabiliteten ved å la en annen se på kodingen til ett av intervjuene for å styrke påliteligheten til hvordan intervjuene ble tolket. I tillegg har jeg i transkriberingen skrevet (uklart) de stedene der jeg ikke skjønnte hva som ble sagt og (?) hvis jeg var det minste i tvil. Smilefjes ☺ ble brukt der studentene smilte eller lo fordi det kan være med på å legge betydning i det som blir sagt. Ved ikke å gjette hva intervjuobjektet har sagt, blir sannsynligheten mindre for å tolke for mye eller feil ut fra intervjuet. I tillegg til dette har jeg også gjengitt en god del sitater slik at leseren kan se hvordan jeg tolker deler av intervjudataene (Kvale 1997).

3.4.6 Koding og analyse

Da intervjuene var ferdige, transkriberte jeg dem slik at jeg hadde dem som tekstfil i stedet for på lydbånd. Det var et mål for meg å gjøre dette så fort som mulig etter intervjuet slik at jeg fremdeles husket det meste av det som var blitt sagt og da kunne koble utsagn med for eksempel ironi og annen ikke-verbal kommunikasjon. Jeg hadde også mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål i neste intervju hvis det var noe jeg ikke hadde forstått.

”Grunnlaget for tolkning av dataene er at analysen utføres på en måte som bidrar til å fremheve meningen i teksten.” (Thagaard 2003)

For å oppnå det som Thagaard her fremhever, satte jeg tekstene inn i Atlas for å kode dem. Atlas er et program for å kode og analysere kvalitativt forskningsmateriale. Tekstene kan da kodes etter hvilke temaer jeg ønsker å analysere. For å komme i gang begynte jeg med de

temaene jeg hadde definert i problemstillingen, og deretter delte jeg temaene inn i kategorier som viste seg å være relevante i løpet av analysen. Denne metoden var noe Thagaard (2003) omtalte som et godt utgangspunkt. Jeg fikk da fire hovedkoder direkte fra underspørsmålene i problemstillingen, og i tillegg til disse fire temaene viste det seg at det var fem andre hovedtemaer som var naturlig å kode etter ut fra hva jeg hadde spurt om og hva studentene hadde snakket om. Det ble da til sammen ni hovedkoder, og disse delte jeg opp i flere ulike underkoder. De ni hovedkodene var "Hvordan foreleser bruker PRS", "Hvordan studentene bruker PRS", "Stud. inntrykk av nytte av PRS", "Hvordan jobbe for å lære fysikk", "Bakgrunn", "Fremtid", "Om universitet", "Om fysikk" og "Meninger om kurset". I Appendiks 6 er det en liste over alle kodene jeg har brukt og et eksempel fra en av studentene på hvordan underkodene er linket til hovedkodene.

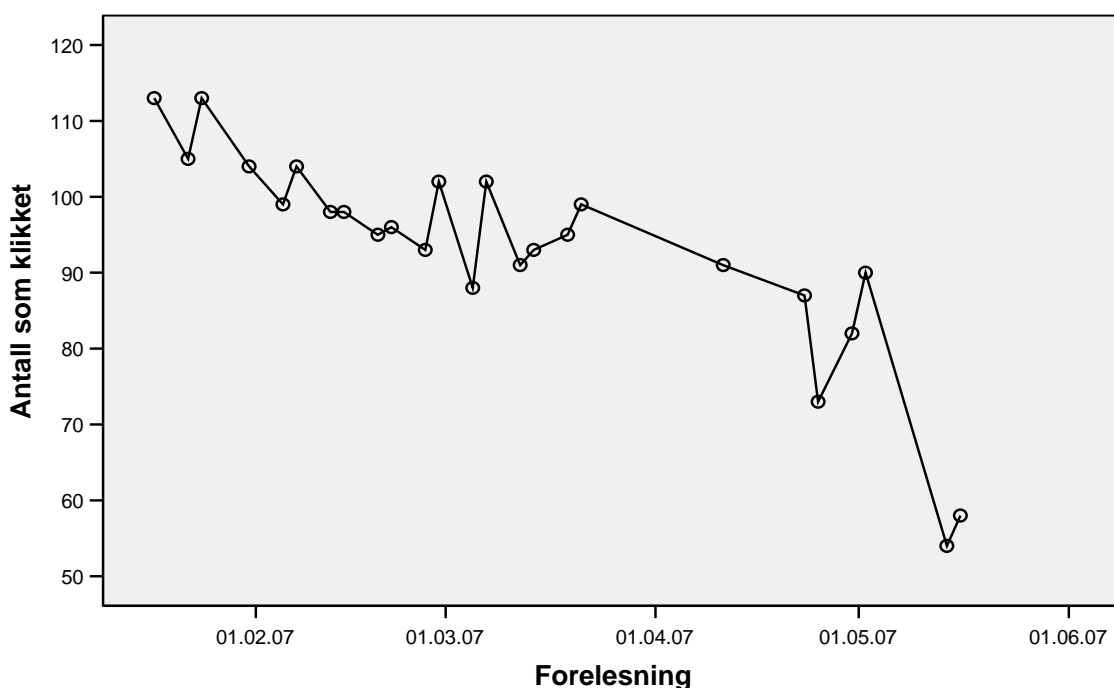
I analysen gikk jeg ut fra hovedkodene og delte deretter inn i underkoder for hver student. På grunn av at jeg hadde kvalitative intervjuer som etter hvert ble tilpasset hver student, ble også dataene noe forskjellige. Det var likevel mange spørsmål som var like, og jeg valgte derfor å ta for meg alle studentene samtidig i noen av temaene mens jeg så på en og en student i andre temaer. I resultatkapittelet har jeg vist hvilket intervju sitatene stammer fra ved å sette tallet 1, 2 eller 3 etter navnet til studenten.

4 Resultater

4.1 Bruk av PRS i kurset

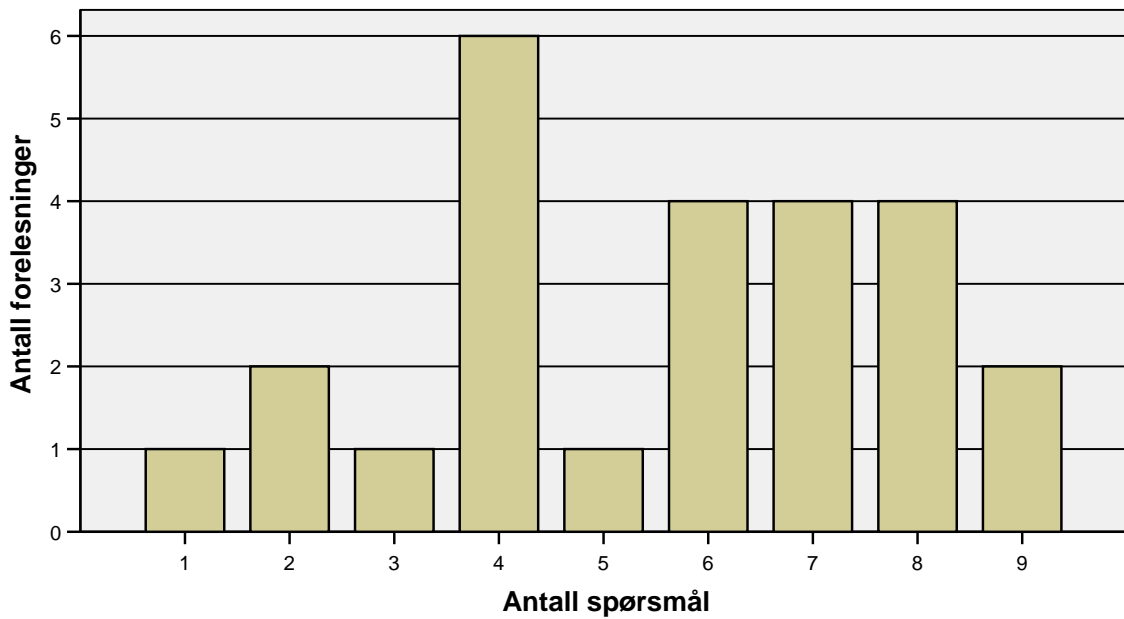
4.1.1 Antall forelesninger, studenter og klikkerspørsmål

Våren 2007 var det 25 forelesninger der foreleser brukte PRS. I løpet av disse 25 forelesningene var det 135 studenter som brukte klikkeren sin minst en gang. Hvor mange som klikket på hver forelesning varierte som vist i Figur 4.1 og sank noe utover semesteret. Det var i gjennomsnitt 90 studenter som klikket på hver forelesning. De siste to forelesningene var det et tydelig fall fordi dette var etter den tredje obligatoriske oppgaven slik at noen av studentene allerede hadde levert klikkeren sin tilbake.



Figur 4.1: Antall studenter som klikket på de forskjellige forelesningene

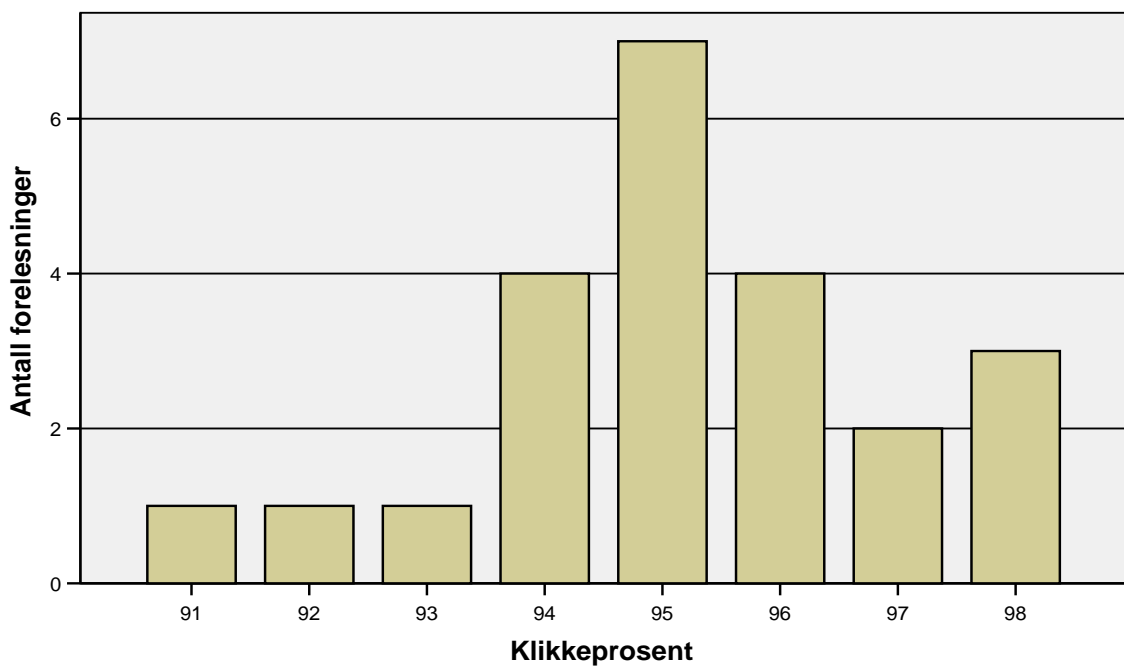
I løpet av alle forelesningene ble det i alt stilt 139 spørsmål, så det vil si at det i snitt var mellom 5 og 6 spørsmål per forelesning. Figur 4.2 viser at det varierte mellom ett og ni spørsmål, men antall spørsmål per forelesning dalte litt utover i semesteret.



Figur 4.2: Antall spørsmål per forelesning varierte mellom ett og ni

4.1.2 Hvilke spørsmål svares på?

Det ser ut til at de som brukte klikkeren sin, brukte den ofte når de var på forelesning. Hvis jeg ser på hver enkelt forelesning, vil jeg se at de som først klikket, klikket mye. Jeg ser bort fra første forelesning siden det da var noen tekniske problemer og siste forelesning siden det da bare var ett spørsmål slik at alle som klikket da nødvendigvis klikket 100%. Da får jeg Figur 4.3. Denne viser hvor mange prosent av oppgavene studentene i gjennomsnitt klikket på i de ulike forelesningene, og da ser jeg bare på de studentene som klikket minst en gang.



Figur 4.3: Hvor mange prosent av oppgavene studentene svarte på

Studentene svarte i gjennomsnitt på 95% av oppgavene hvis de først brukte klikkeren sin på en forelesning. Ved å se på sammenhenger ser det ut til at det er de forelesningene der flest svarer feil, altså der det er vanskeligst oppgaver, som har lavest klikkeprosent. Dette kan også bekreftes hvis jeg ser på hvert spørsmål når jeg sammenligner klikkeprosent og prosent riktig. Korrelasjonen er vist i Tabell 4.1. Forklaring av korrelasjon er gitt i kapittel 3.1.

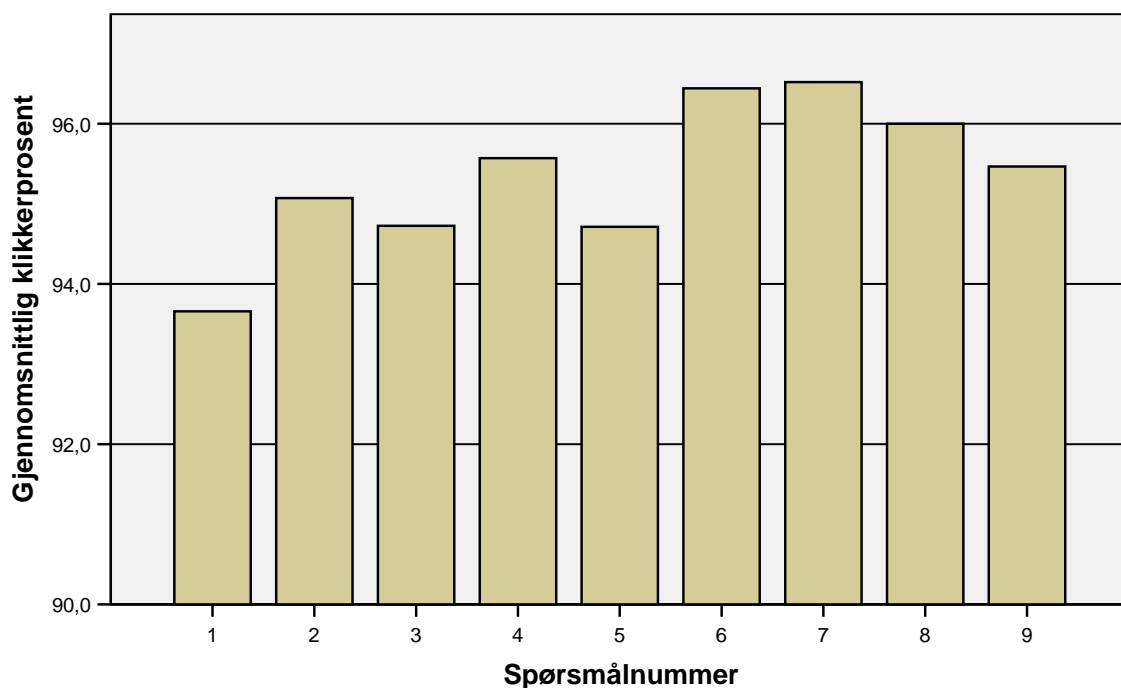
Correlations

		Prosent_klikk	Prosent_riktige
Prosent_klikk	Pearson Correlation	1	,302(**)
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	125	125

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabell 4.1: Korrelasjon mellom hvor mange som svarte og hvor mange som svarte riktig

En annen ting som også spiller inn på hvorfor studentene ikke svarer er hvor langt man er kommet i forelesningen. Figur 4.4 viser at det første spørsmålet har lavest svarprosent. Det kan være fordi dette spørsmålet gjerne kommer tidlig i forelesningen slik at de som kommer for sent går glipp av det, men kan svare på de spørsmålene som kommer senere i forelesningen.



Figur 4.4: Hvilke spørsmål flest studenter svarer på

Dette blir også styrket ved at Pearsons korrelasjonskoeffisient øker hvis jeg tar bort data fra det første spørsmålet i hver forelesning. Da får jeg 0,35 i stedet for 0,30 som i Tabell 4.1. Se Tabell 4.2.

Correlations

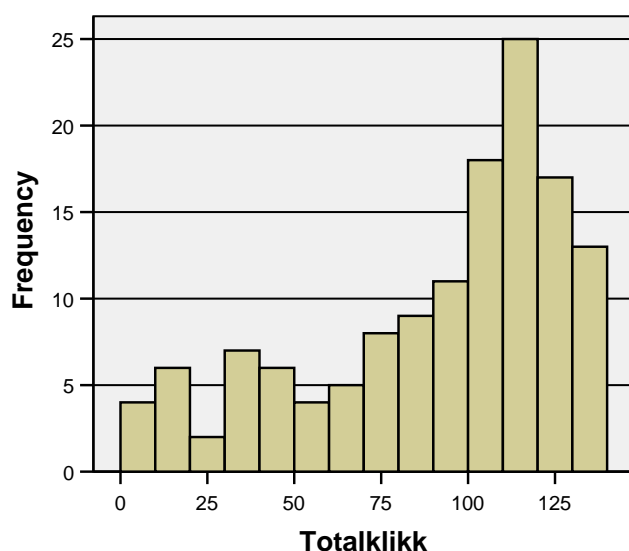
		Prosent_klikk	Prosent_riktige
Prosent_klikk	Pearson Correlation	1	,346(**)
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	103	103

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabell 4.2: Korrelasjon mellom hvor mange som svarte og som svarte riktig sett bort fra første spørsmål

4.1.3 Hvor mye klikkerne brukes

Etter at 135 studenter hadde fått mulighet til å svare på 139 spørsmål, fikk jeg data fra over 12 000 klikk. De fleste brukte, som sagt, klikkeren sin når de var på forelesning, og det viser seg også at mange var på mange forelesninger. Figur 4.5 og Tabell 4.3 viser hvor mye studentene brukte klikkeren sin gjennom hele semesteret.



Statistics		
Totalklikk		
N	Valid	135
	Missing	0
Mean		90,17
Std. Deviation		36,972
Minimum		2
Maximum		135
Percentiles	25	69,00
	50	102,00
	75	119,00

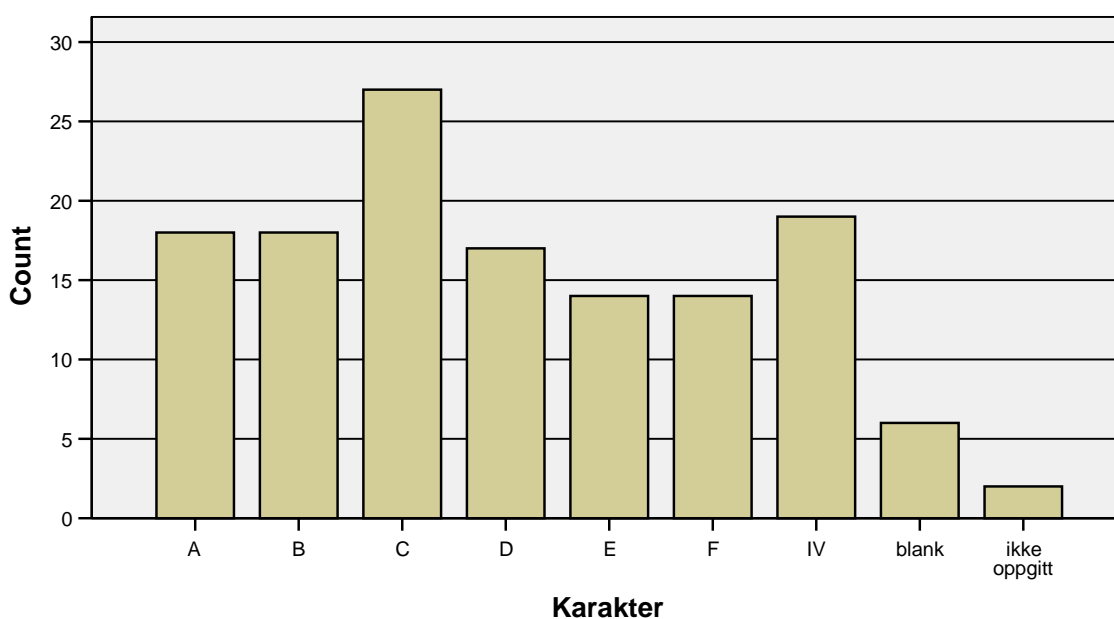
Tabell 4.3: Statistikk over totalt antall klikk

Figur 4.5: Hvor mye studentene brukte klikkeren sin

Halvparten av studentene svarte altså på over 100 spørsmål, og dermed over 72% av spørsmålene. Det var 75% av studentene som svarte på over halvparten av spørsmålene. Før kurset begynte ble det sagt at studentene måtte svare på over 75% av spørsmålene for å slippe den tredje obligatoriske oppgaven, og det vil si 98 spørsmål før de to siste forelesningene. Hovedpoenget med en slik grense var å motivere studentene til å bruke klikkeren, men etter å ha gått gjennom lista for hvor mye studentene hadde svart, bestemte foreleser seg for å senke grensa. Det viste seg å være et ganske klart skille på rundt 60 spørsmål, så selv om dette kun var 46% av spørsmålene, ga han disse 105 studentene mulighet til å gå opp til eksamen uten å måtte levere den tredje obligatoriske oppgaven. Jeg har i den videre analysen valgt å sette et skille på 46% for hvem som brukte klikkeren aktivt og hvem som ikke gjorde det.

4.1.4 Klikking koblet opp mot karakter

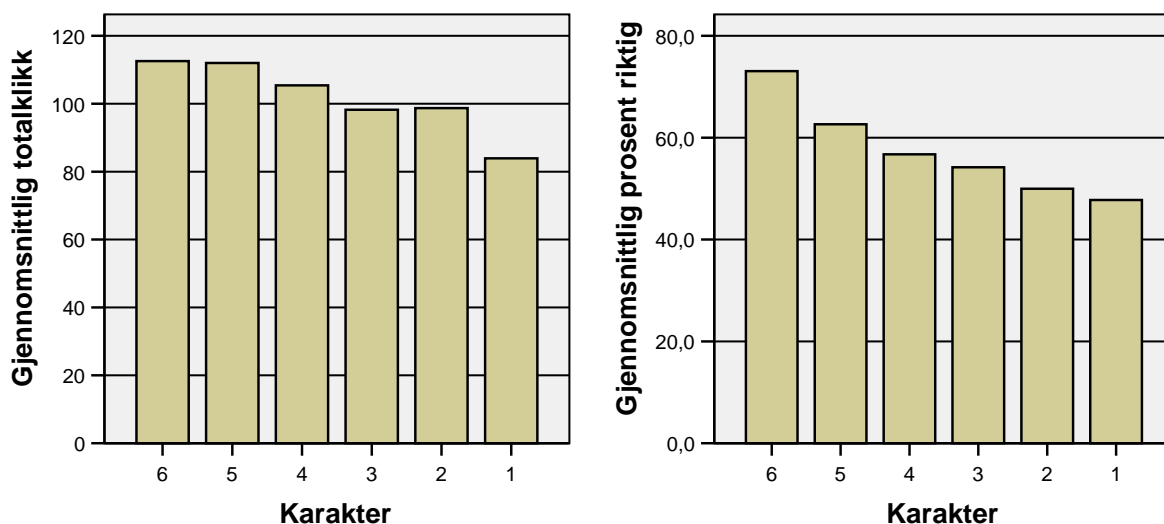
Jeg har fått endelige karakter knyttet opp mot klikkernummer tilsendt fra foreleser i en fil der klikkernumrene var koblet opp mot et kandidatnummer og en karakter. IV står for ikke vurdert og blir karakteren til dem som var meldt opp til kurset, men ikke leverte eksamen. I tillegg var det noen klikkernumre som ikke var knyttet til noe kandidatnummer og dermed heller ikke hadde noen karakter. Av de som klikket var det 14 F-er, 14 E-er, 17 D-er, 27 C-er, 18 B-er, 18 A-er, 19 IV og 6 blanke. I tillegg var det to som hadde klikket som ikke stod på denne lista. Denne fordelingen er vist i Figur 4.6. Dette var et lite avvik fra det som ble oppgitt på hjemmesiden til kurset etter eksamen: *"Flere studenter fikk justert karakteren som følge av svært gode prosjektoppgaver. Resultatet etter justering ble: 16 F, 16 E, 24 D, 27 C, 18 B, 19 A."* Foreleser hadde altså registrert 12 flere studenter enn det jeg hadde, så jeg antar at det var studenter som ikke hadde lånt klikker på biblioteket.



Figur 4.6: Karakterene til de som klikket

I dette kurset ser det ut til å være slik at det er de som brukte klikkeren mest som fikk best karakter. Første diagram i Figur 4.7 viser hvor mye studentene med ulike karakter i gjennomsnitt klikket. 6 står her for A og så går det videre nedover til 1 som er F og stryk. Et annet resultat er at de som svarte mest riktig på klikkerspørsmålene fikk best karakter. Det viser neste diagram i Figur 4.7. I tillegg viser det seg også at de som svarer på flest klikkerspørsmål svarer mest riktig. Korrelasjonen mellom disse tre variablene er vist i Tabell 4.4, men her har jeg sett bort fra de to som klikket bare to ganger og fikk begge riktig. Jeg har satt en ring rundt de verdiene jeg har kommentert.

Det kan være litt vanskelig å vite hvilken vei årsaksforholdene går, men oppsummert kan vi si at de som får best karakter svarer på flest spørsmål og de svarer mest riktig. Dette diskuteres videre i kapittel 6.1.1.



Figur 4.7: Hvor mye studenter med ulik karakter klikket og hvor mye riktig de hadde

Correlations

		Totalklikk	Karakter	Prosent riktig
Totalklikk	Pearson Correlation	1	,295(**)	,321(**)
	Sig. (2-tailed)		,002	,000
	N	133	107	133
Karakter	Pearson Correlation	,295(**)	1	,585(**)
	Sig. (2-tailed)	,002		,000
	N	107	107	107
Prosent riktig	Pearson Correlation	,321(**)	,585(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	133	107	133

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

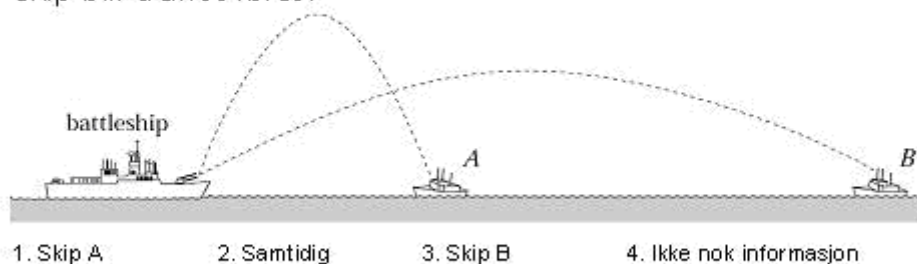
Tabell 4.4: Korrelasjon mellom karakter, antall klikk og hvor riktig studentene svarte

4.2 Klikkerspørsmålene

Målet fra forelesers side var at klikkerspørsmålene i hovedsak skulle være konseptuelle spørsmål der studentene ikke trengte lang betenkningstid. De skulle tenke ”som en fysiker” for å finne svaret raskt. Derfor hadde han stort sett valgt svartid på ett minutt, men han hadde mulighet til å legge til mer tid hvis han mente det kunne trenges. Noen spørsmål som krevde litt regning ga han ofte litt lenger tid på. Med konseptuelle spørsmål mener jeg spørsmål der man gjerne må forholde seg til fysiske prinsipper og lover, men ikke trenger å regne for å finne svaret. Et eksempel på et konseptuelt spørsmål er vist i Figur 4.8. Der må man kunne se at det kun er gravitasjon man må ta hensyn til. Med konstant kraft vil tiden opp være lik tiden ned for hver av banene, og siden høydene er forskjellige, men kraften, og dermed også akselerasjonen, er den samme, vil den granaten med lavest høyde bruke kortest tid og dermed treffe først.



Et slagskip skyter samtidig to skudd mot fiendeskip. Anta at granatene følger de paraboliske banene vist. Hvilket skip blir truffet først?



Figur 4.8: Eksempel på et konseptuelt spørsmål

Jeg har valgt å ta for meg noen spørsmålsserier der jeg ser på svarfordeling og hvem som svarer hva. Jeg har sett på ulike temaer og delt dem inn i ulike kapitler. Det gikk på akselerasjon og krefter som snordrag, normalkraft, tyngde og friksjon. Det var også arbeid, rotasjon og hastighet.

Til hvert av disse temaene har jeg valgt to til tre spørsmål der spørsmålene er ganske like, handler om det samme eller studentene svarte ganske likt. De spørsmålene jeg har valgt, er også stort sett gode spørsmål der både riktige og gale svaralternativer er representert og der de gale svaralternativene får fram vanlige misoppfatninger hos studentene.

4.2.1 Spørsmål om retning på akselerasjon

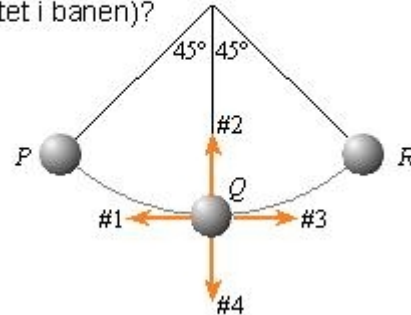
Da det ble undervist i bevegelse i to og tre dimensjoner, spurte foreleser blant annet to spørsmål om retningen på akselerasjonen til en pendel. Først spurte han om retningen på akselerasjonen på en pendel i det laveste punktet, og deretter spurte han om retningen på akselerasjonen på en pendel som befinner seg helt til venstre i banen sin. Spørsmålene, svarfordelingene og z-skårene er gjengitt i Figur 4.9. I søylediagrammene er det riktige svaret skravert og i tabellene er det riktige svaret merket med *.



En pendel svinger frem og tilbake med et maksimalutslag på 45° fra vertikalen. Hvilken pil angir retningen på akselerasjonen til pendelloddet i punktet Q (det laveste punktet i banen)?

S03q4

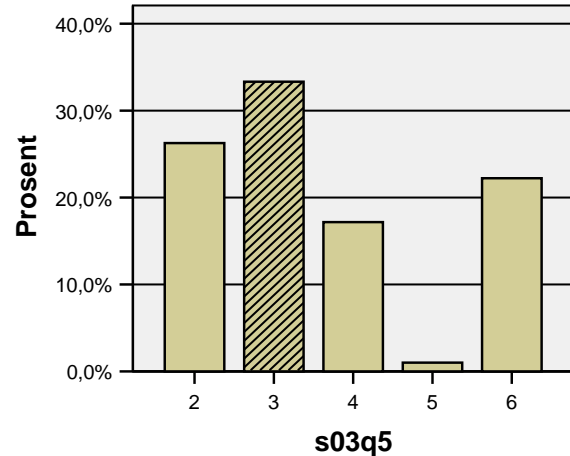
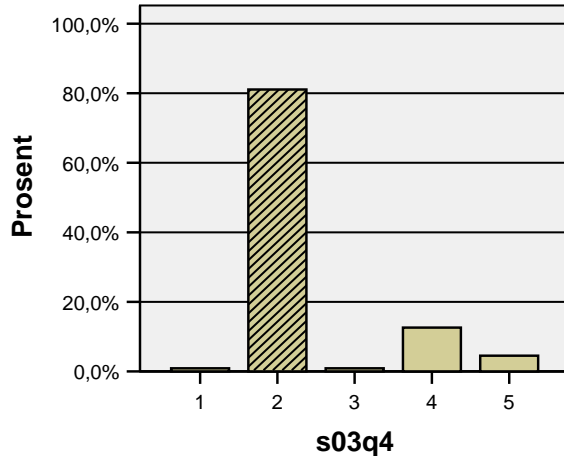
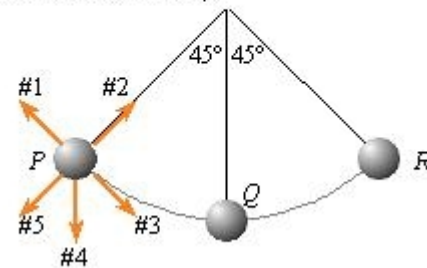
1. Pil #1
2. Pil #2
3. Pil #3
4. Pil #4
5. Enten pil #1 eller pil #3 avhengig av hvilken vei pendelen svinger



En pendel svinger frem og tilbake med et maksimalutslag på 45° fra vertikalen. Hvilken pil angir retningen på akselerasjonen til pendelloddet i punktet P (punktet lengst til venstre i banen)?

S03q5

1. Pil #1
2. Pil #2
3. Pil #3
4. Pil #4
5. Pil #5
6. Akselerasjonen er null i P.



Zscore(Prosent) * s03q4			
Zscore(Prosent)			
s03q4	Mean	N	% of Total N
1	-1,4326934	1	,9%
2*	,1150053	90	81,1%
3	-2,4602228	1	,9%
4	-,3577258	14	12,6%
5	-,7911141	5	4,5%
Total	-,0225781	111	100,0%

Zscore(Prosent) * s03q5			
Zscore(Prosent)			
s03q5	Mean	N	% of Total N
2	-,2482875	26	26,3%
3*	,4792099	33	33,3%
4	,0835390	17	17,2%
5	-1,4326934	1	1,0%
6	-,5301877	22	22,2%
Total	-,0234162	99	100,0%

Figur 4.9: Spørsmålene, svarfordelingene og z-skårene til de to pendelspørsmålene

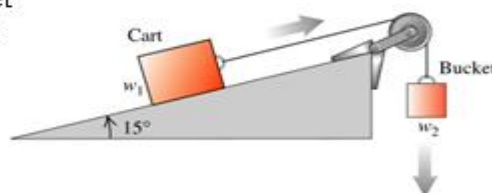
Den første oppgaven får mange til. Det er dermed en ganske enkel oppgave, og vi ser ut fra z-skåre at de som svarer feil er dårligere totalt sett enn de som svarer riktig, det vil si at de som får til dette spørsmålet som gruppe er flinkere. Den hyppigste feilen er distraktor 4, og her har kanskje studentene tenkt på sentrifugalkraften, som er den fiktive kraften som kjennes for noe som går i en sirkelbane. Den neste oppgaven er vanskeligere, og dette var en oppgave som ble stilt to ganger der det kun er data fra den andre gangen som ble registrert. Selv om det ble flere riktige etter andre gangen, er det fremdeles mange som svarer feil. Riktig svar er ”pil #3”, og det er bare 33% som svarer dette. Denne gangen er det enda tydeligere at det er de flinkeste som svarer rett på grunn av den høye z-skåren. De som svarer distraktor 4 er de nest beste fordi de har en gjennomsnittlig z-skåre rundt gjennomsnittet til hele populasjonen. Dette er en pil med samme retning som tyngdens akselerasjon og man kan kanskje tenke seg at de som svarer dette ikke tar med snordraget når kulen står stille. Hvis det bare er én kraft og den peker nedover, vil også akselerasjonen gjøre det. De som har svart de andre distraktorene er betydelig svakere, men de er flere enn dem som svarer 4. De svarer da enten samme retning som snordraget som ville være riktig hvis baneakselerasjonen var null, eller de svarer null som kun er riktig for farten.

4.2.2 Trinse

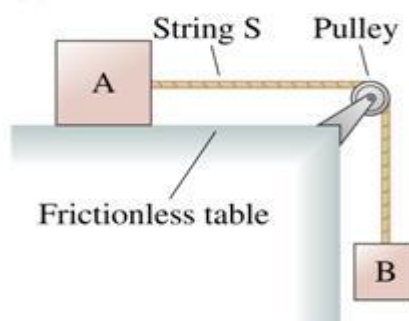
I den siste av to forelesninger som handlet om anvendelse av Newtons lover, hadde foreleser to spørsmål om snordrag der snora gikk gjennom en trinse. Det første spørsmålet (s06q1) og det siste spørsmålet (s06q6) var faglig sett ganske like, men formulert veldig forskjellig, så studentene ville ikke kjenne det igjen hvis de ikke forsto hva det dreide seg om. En stund senere i kurset, da de hadde om rotasjon, fikk de også et spørsmål som lignet på disse to, så jeg velger å se på alle tre sammen.

Alle tre handlet om en gjenstand som lå oppå noe friksjonsfritt og var festet til en snor som gikk gjennom en trinse og igjen var festet til en gjenstand som hang fritt i tyngdefeltet. Jeg gjør som over og viser de tre spørsmålene, svarfordelingene og z-skårene i Figur 4.10.

- S06q1**
- En kloss (masse m_1 , vekt w_1) er festet med en lett kabel til en bøtte (masse m_2 , vekt w_2) som vist. Rampen og trinsen er uten friksjon. Når den slippes akselererer klossen opp rampen og bøtten nedover. Hvilket utsagn om snordraget T er riktig?
1. $T = w_2$
 2. $T > w_2$
 3. $T < w_2$
 4. Ikke nok informasjon til å avgjøre det

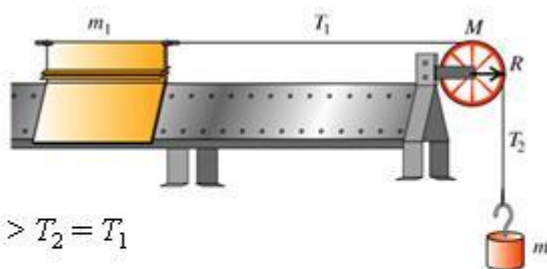


- S06q6**
- Er snordraget større, mindre eller like stort som tyngden av kloss B?
1. Snordraget er større enn tyngden
 2. Snordraget er like stort som tyngden
 3. Snordraget er mindre enn tyngden

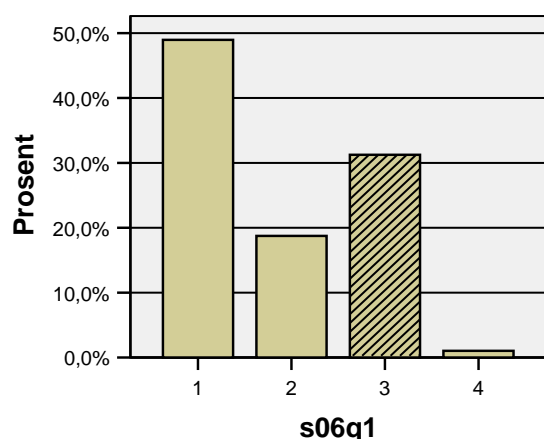


S16q5

Klossen glir friksjonsfritt og er festet til loddet med en masseløs snor som roterer hjulet uten å gli. Hva er relasjonene mellom snordragene idet klossen slippes?



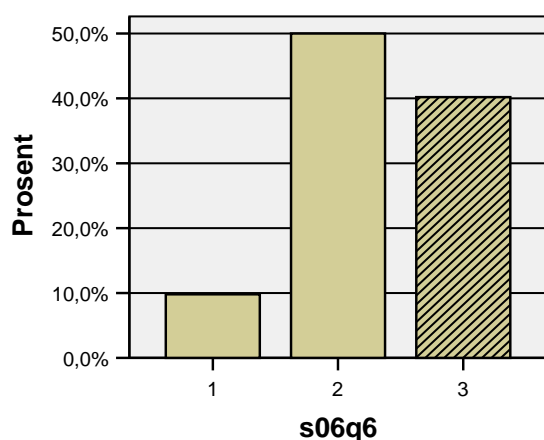
1. $m_2g = T_2 = T_1$
2. $m_2g > T_2 = T_1$
3. $m_2g > T_2 > T_1$
4. $m_2g = T_2 > T_1$
5. Ingen av alternativene over



Zscore(Prosent) * s06q1

Zscore(Prosent)

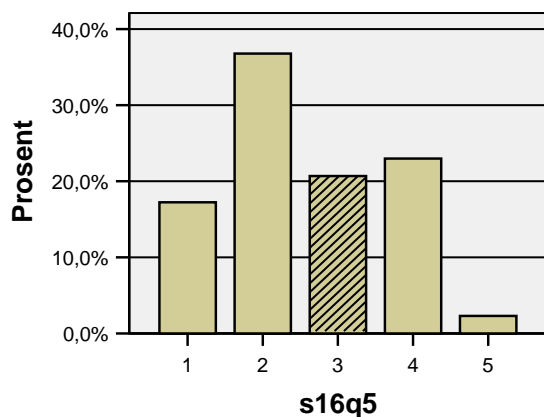
s06q1	Mean	N	% of Total N
1	,0136862	47	49,0%
2	,0598696	18	18,8%
3*	,1125688	30	31,3%
4	,0647427	1	1,0%
Total	,0537782	96	100,0%



Zscore(Prosent) * s06q6

Zscore(Prosent)

s06q6	Mean	N	% of Total N
1	-,8493825	10	9,8%
2	-,1803459	51	50,0%
3*	,4443357	41	40,2%
Total	,0051598	102	100,0%



Zscore(Prosent) * s16q5

Zscore(Prosent)

s16q5	Mean	N	% of Total N
1	-,2021643	15	17,2%
2	-,1097102	32	36,8%
3*	,9895888	18	20,7%
4	,1095405	20	23,0%
5	-1,3481102	2	2,3%
Total	,1237241	87	100,0%

Figur 4.10: Spørsmålene, svarfordelingene og z-skårene til de tre trinsespørsmålene

Vi har at snordraget er det samme i begge ender av en masseløs snor som går gjennom en masseløs trinse, og akselerasjonen er den samme for hele systemet. Det enkleste er å se på isolerte systemer, og ved å se på loddet, som akselererer, ser vi at snordraget må være mindre enn tyngden. Ved å se på klossen som ligger på et friksjonsfritt underlag og også akselererer, ser vi at snordraget må være større enn null. Snordraget er altså mindre enn tyngden til loddet, men større enn null. For det tredje spørsmålet har vi også en trinse med masse som skal akselereres. Ved å se på trinse som isolert system, ser vi at T_1 drar mot klokka og T_2 drar med klokka, og siden trinsen akselerer med klokka, må snordraget T_1 være mindre enn T_2 .

I disse tre tilfellene var det aldri flest som svarte riktig, og hvis vi ser på de to første spørsmålene, ser det ved første øyekast ut til at eneste endring i løpet av den forelesningen da spørsmålene ble stilt var at noen av dem som hadde snordrag større enn tyngden byttet til snordrag mindre enn tyngden. Det var i begge tilfeller 50% som hadde svart at snordraget var lik tyngden. Hvis vi i tillegg ser på z-skåren til de to spørsmålene, ser vi at de som fikk riktig på det andre spørsmålet var mye flinkere enn de som hadde svart feil mens det i det første spørsmålet var mye jevnere fordelt mellom gode og svake studenter på de ulike svaralternativene. I løpet av forelesningen ser det altså ut til at de flinkeste skjønnte hvorfor det måtte være slik mens de svake kanskje hadde glemt forklaringen etter forrige oppgave og heller ikke så disse oppgavene som like.

I SPSS kan jeg se hvem som svarte de ulike svaralternativene ved å lage en krysstabell, og ved å se på z-skåre samtidig får jeg Tabell 4.5. Det viste seg at det var 94 studenter som hadde svart på begge spørsmålene så det er altså bare to studenter som kun svarte på det første og ikke på det andre.

s06q1 * s06q6 Crosstabulation

Count		s06q6							
		1		2		3*		Total	
		Antall	z-skåre	Antall	z-skåre	Antall	z-skåre	Antall	z-skåre
s06q1	1	5	-,3512814	22	-,3197264	19	,5389363	46	,0136862
	2	0		11	-,0115815	6	,1399278	17	,0598696
	3*	3	-1,1277762	14	-,1138219	13	,6426075	30	,1125688
	4	0		1	,0647427	0		1	,0647427
Total		8	-,6424669	48	-,1810446	38	,5114014	94	

Tabell 4.5: Hvem som svarte de ulike alternativene i de to første spørsmålene

Av de som svarte at snordraget var lik tyngden i den første oppgaven, var det nesten halvparten som beholdt svaret sitt til neste oppgave, men av z-skåren ser vi at disse er svakere enn gjennomsnittet. Nesten like mange av disse skiftet til riktig svar i neste oppgave, og det var de flinkeste fordi de ligger et halvt standardavvik over gjennomsnittet. Det var ingen av de som svarte at snordraget var større enn tyngden i det første spørsmålet som svarte det samme i på det neste. Av de som svarte riktig på første spørsmål, altså at snordraget er mindre enn tyngden, var det nesten halvparten som holdt på dette alternativet, og de har høy z-skåre. De som byttet til et galt alternativ, var svakere enn gjennomsnittet, og de som da sa at snordraget var større enn tyngden, var over et helt standardavvik svakere enn gjennomsnittet.

Jeg kan også lage en krysstabell mellom alle disse tre spørsmålene, og det gir meg Tabell 4.6. Her ser jeg at de aller fleste av dem som svarte at begge snordragene var lik tyngden på det

tredje spørsmålet også svarte at snordraget var lik tyngden på de to andre spørsmålene. Ellers er det ikke noen veldig klare nye resultater.

s16q5 * s06q6 * s06q1 Crosstabulation

Count						
s06q1			s06q6			Total
			1	2	3*	
1	s16q5	1	2	5	2	9
		2	0	6	2	8
		3*	0	3	6	9
		4	2	2	6	10
		5	1	0	0	1
	Total		5	16	16	37
2	s16q5	1		1	0	1
		2		3	2	5
		4		2	3	5
	Total			6	5	11
3*	s16q5	1	0	1	1	2
		2	0	6	4	10
		3*	1	2	5	8
		4	0	2	1	3
	Total		1	11	11	23

Tabell 4.6: Krysstabell mellom alle tre spørsmålene

Jeg vil anta at de som svarte at tyngden var lik snordraget gjorde det fordi det var denne kraften som dro i snoren, og dermed ville det være det snoren dro den andre klossen med. De studentene som mente snordraget var større enn tyngden til den gjenstanden som hang, mente kanskje det var fordi klossen som ble dratt også dro i kabelen og det dermed ble en større spenning. Disse studentene var riktignok generelt mye svakere i den andre oppgaven enn den første.

I den siste oppgaven skulle også en trinse med masse tas med i beregningen. Det riktige svaret kom nå på tredje plass i antall svar, men denne gangen var det de absolutt flinkeste som hadde svart riktig. De lå nesten et helt standardavvik over gjennomsnittet i z-skåre. De som hadde fått med seg at T_2 var større enn T_1 var hakket bedre enn dem som bare hadde fått med seg at T_2 var mindre enn tyngden m_2g . Det er mulig at førstnevnte for eksempel hadde fått med seg at det kreves litt krefter for å dra rundt en trinse med masse, men at de ikke tenkte noe mer enn at kraft er lik motkraft, og kraft er m_2g .

4.2.3 Normalkraft, arbeid og friksjon

Arbeid er ikke så lett. "Kraft ganger vei" høres ikke så vanskelig ut, men det bryter av og til litt med hverdagsforestillingene våre, og da blir det fort vanskelig. Det å holde oppe en hylle mens noen fester den kan føles som et tungt arbeid, men det er null arbeid i fysikkens forstand. Totalt arbeid kan også by på problemer fordi det å for eksempel dytte et piano med konstant hastighet bortover et gulv vil ha et totalt arbeid på null fordi friksjonskraften dytter motsatt vei med like stor kraft slik at summen av krefter blir null. Hvis vi derimot kun ser på den som dytter vil den gjøre et arbeid på pianoet.

Nesten i begynnelsen av forelesningen som handlet om arbeid og kinetisk energi stilte foreleser et spørsmål om hvor mye arbeid som ble gjort på en slede med tømmer som ble trukket med konstant fart. Spørsmålet er gjengitt i Figur 4.11. Siden summen av krefter som virket på denne sleden da var null ville også arbeidet være det, men det var det ikke så mange som fikk til. Første gangen foreleser stilte spørsmålet ble svarfordelingen delt i to bolker og det var flest som svarte feil. Foreleser bestemte seg derfor for å kommentere tilfellet uten å si hvilket svar som var riktig og deretter stille spørsmålet en gang til. Denne gangen ble det flere riktige svar, men fremdeles mange som mente det ble gjort positivt arbeid på sleden.



En traktor som kjører med konstant fart trekker en slede lastet med tømmer. Det er friksjon mellom sleden og veien. Når sleden har flyttet seg en avstand d er arbeidet som er utført på sleden:

1. Positivt
2. Negativt
3. Null
4. Ikke nok informasjon til å avgjøre



Figur 4.11: Spørsmål om arbeid utført på slede

Data fra første gang foreleser stilte spørsmålet gikk dessverre tapt da han stilte spørsmålet en gang til, men ved å se på z-skåren for andre gang, ser vi at de som fikk det til var mye flinkere enn dem som ikke fikk det til. Se Tabell 4.7.

Report

Zscore(Prosent)

s08q1	Mean	N	% of Total N
1	-,3495347	33	35,5%
2	-,7848487	5	5,4%
3*	,4202475	54	58,1%
4	-,9753175	1	1,1%
Total	,0673028	93	100,0%

Tabell 4.7: Z-skåren for traktoroppgave

Dette spørsmålet kunne kanskje vært lettere hvis studentene hadde sett arbeid-energi-teoremet først. Det sier at det totale arbeidet er lik endringen i kinetisk energi, og med konstant fart er det lik null. De har riktignok hatt det på videregående, men med så mange feil ser det ikke ut til at mange bruker den.

Neste oppgave var vanskeligere, og der ble det spurt etter arbeid utført av friksjon på en berg-og-dal-banevogn. Det ble vist to baner, og de aller fleste sa at arbeidet ville være det samme i de to tilfellene. Se oppgave og svarfordeling i Figur 4.12.

For friksjon har vi at $f_k = \mu_k n$, altså friksjonskraften er lik en konstant multiplisert med normalkraften. Friksjonskreftene i disse to tilfellene vil være avhengig av normalkraften, og

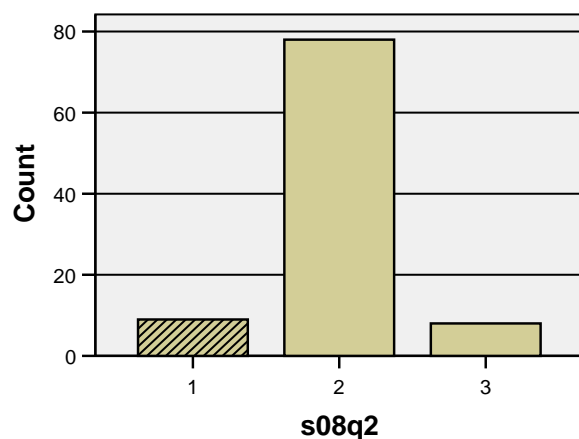
siden veien er den samme i de to tilfellene vil arbeidet være størst i det tilfellet der normalkraften er størst. I bane A er akselerasjonen omtrent nedover, og normalkraften vil dermed være mindre enn gravitasjonen. I bane B er akselerasjonen omtrent oppover, og normalkraften vil dermed være større enn gravitasjonen. Hvis vi kjører fort, vil vi også kunne merke dette ved at det vil føles som vi letter litt på toppen i bane A mens vi blir trykket ned i bunnen av bane B. Friksjonen, og dermed også friksjonskraften og arbeidet utført av friksjonen, vil dermed være størst langs bane B.



En berg-og-dalbane-vogn kan rulle langs banen A eller B. Hvordan er forholdet mellom arbeidet utført av friksjon på vognen langs banen A og B?



1. $|W_A| < |W_B|$
2. $|W_A| = |W_B|$
3. $|W_A| > |W_B|$



Report

Zscore(Prosent)

s08q2	Mean	N	% of Total N
1*	,7957087	9	9,5%
2	,0203225	78	82,1%
3	-,6659623	8	8,4%
Total	,0359877	95	100,0%

Figur 4.12: Spørsmål om arbeid utført av friksjonskraft, svarfordeling og z-skåre

Her var det kun ni studenter som svarte riktig, altså under 10%. Over 80% svarte distraktor 2, at arbeidet ville være det samme langs de to banene. Hvis vi ser på z-skåren ser vi at de som svarte riktig i gjennomsnitt var mye bedre enn dem som svarte distraktor 2 som igjen var mye bedre enn dem som svarte distraktor 3. Med så mange gale svar fikk foreleser en god mulighet til å legge fram et poeng.

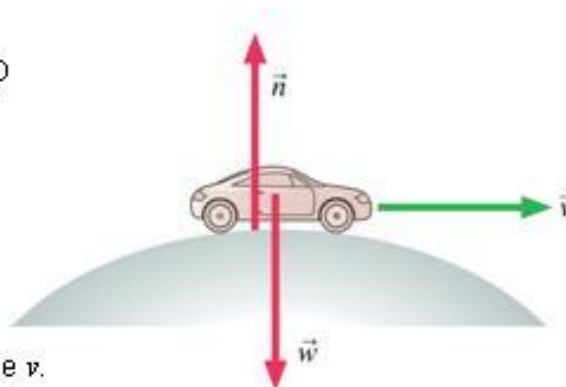
Noen forelesninger tidligere fikk studentene et spørsmål om normalkraften på en bil over en bakketopp, og den gangen gikk det mye bedre selv om fremdeles mange svarte feil. Se Figur 4.13 for spørsmål og Figur 4.14 for svarfordeling. De som svarte riktig var fremdeles best, men denne gangen var de som svarte distraktor 2 dårligst.



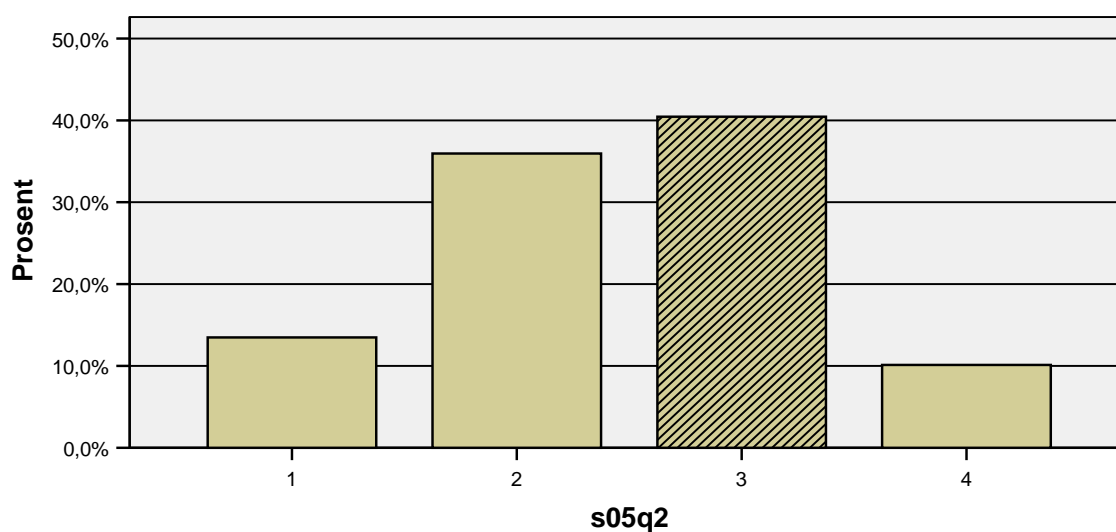
En bil kjører over en bakketopp med farten v .

Da er:

1. $n > w$
2. $n = w$
3. $n < w$
4. Vi kan ikke si noe om n uten å kjenne v .



Figur 4.13: Et normalkraftspørsmål



Figur 4.14: Svarfordeling på spørsmål om normalkraft over bakketopp

Vi kan lage krysstabell mellom de to siste spørsmålene for å se hvem som svarte hva. Se Tabell 4.8.

s05q2 * s08q2 Crosstabulation

Count		s08q2						Total	
		1*		2		3		Antall	z-skåre
		Antall	z-skåre	Antall	z-skåre	Antall	z-skåre		
s05q2	1	3	,8416552	6	-,2464400	0		9	,1162584
	2	1	-,3863678	23	-,2749522	3	-,3780139	27	-,2905300
	3*	5	1,0045562	26	,4568136	1	-,3963678	32	,5160490
	4	0		5	,4907915	0		5	,4907915
Total		9	,7957087	60	,1088095	4	-,3801023	73	,1667060

Tabell 4.8: Hvem som svarte de ulike alternativene i de to siste spørsmålene

De som svarer riktig på spørsmålet om banene er veldig flinke, og de som svarer riktig på spørsmålet om normalkraften i tillegg er de flinkeste. De som har riktig på banespørsmålet, og svarte distraktor 1 på normalkraftspørsmålet, er også veldig flinke, og det er de som trekker

opp den totale gjennomsnittlige z-skåren på distraktor 1 på normalkraftspørsmålet. De som svarte distraktor 4 på normalkraftspørsmålet svarte også feil på banespørsmålet, men de har likevel høy z-skåre.

Grunnen til at så mange svarte distraktor 2 på banespørsmålet vil jeg anta er fordi studentene er så vant til å regne med friksjonsfrie problemer at de ikke ser forskjellen på disse to banene. Hadde det ikke vært friksjon ville det heller ikke vært noen forskjell, og flesteparten hadde hatt rett.

På normalkraftspørsmålet kan jeg tenke meg at de som svarte at normalkraft er lik tyngde, kun tenkte at kraft er lik motkraft uten å få med seg at bilens tyngde er større enn bilens kraft mot veien på grunn av akselerasjonen nedover. Disse studentene var relativt svake. De som svarte at normalkraften var større enn tyngden, tenkte kanskje på sentrifugalkraften som gjør at det føles som bilen og de som sitter inni blir lettere.

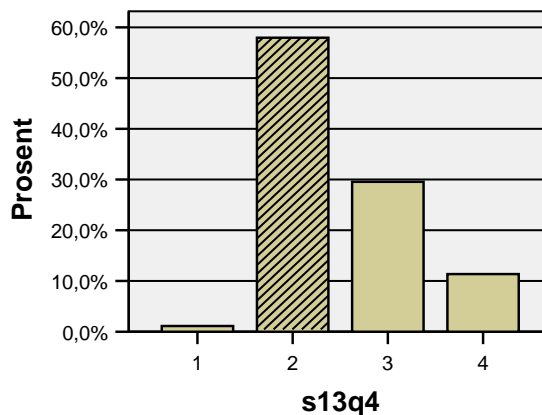
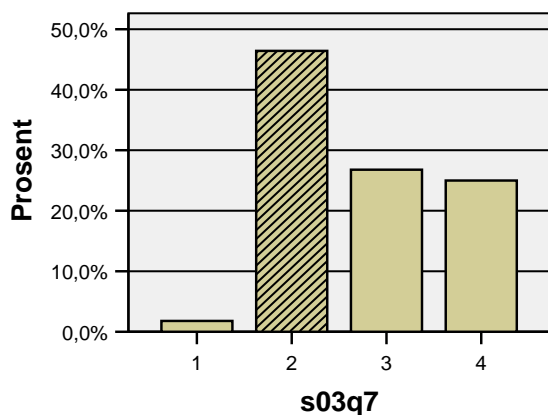
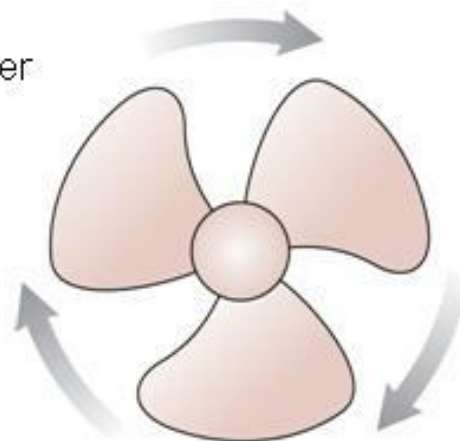
4.2.4 Retning på vinkelhastighet og vinkelakselerasjon

Det var et spørsmål som ble stilt to ganger i løpet av semesteret på to helt forskjellige forelesninger. I den første forelesningen var det i forbindelse med bevegelse i to og tre dimensjoner og i den andre forelesningen var det i forbindelse med rotasjon av stive legemer. Se Figur 4.15 for spørsmål og svarfordeling.



Propellen sakker farten. Hva er fortegnene til ω og α ?

1. ω er positiv og α er positiv
2. ω er negativ og α er positiv
3. ω er positiv og α er negativ
4. ω er negativ og α er negativ



Figur 4.15: Spørsmål og svarfordeling til propelloppgave

Zscore(Prosent) * s03q7

Zscore(Prosent)

s03q7	Mean	N	Std. Deviation
1	,0459464	2	1,24049050
2*	,2147514	52	1,04764598
3	-,2518700	30	,70691028
4	-,2203340	28	,93225452
Total	-,0220222	112	,95428199

Zscore(Prosent) * s13q4

Zscore(Prosent)

s13q4	Mean	N	Std. Deviation
1	,0271502	1	.
2*	,4717495	51	,82314400
3	-,3557636	26	,84017494
4	-,4026579	10	,65375721
Total	,1228403	88	,89895917

Tabell 4.9: z-skåre til propellspørsmål

Her skal studentene bare bruke definisjonen til å sette fortegn, og det blir hovedvekt av riktige svar begge gangene. Det er et positivt resultat at prosentandel riktige svar øker og distraktor 4 minker, og vi ser i Tabell 4.9 at z-skåren for de som har svart riktig øker, som betyr at de flinkeste har fått det med seg.

Krysstabell viste at det kun var seks av dem som hadde svart riktig første gang som svarte feil andre gang. De som svarte feil første gang gjorde ikke nødvendigvis den samme feilen neste gang. Det var god spredning på hvem som hadde svart hva når det gjaldt distraktorene. Se Tabell 4.10.

s03q7 * s13q4 Crosstabulation

Count

		s13q4				Total
		1	2*	3	4	
s03q7	1	0	0	1	0	1
	2*	1	29	5	0	35
	3	0	7	8	4	19
	4	0	8	6	5	19
Total		1	44	20	9	74

Tabell 4.10: Hva studentene svarte tidlig og ca. midt i kurset

4.2.5 To oppgaver der mange flinke svarer feil

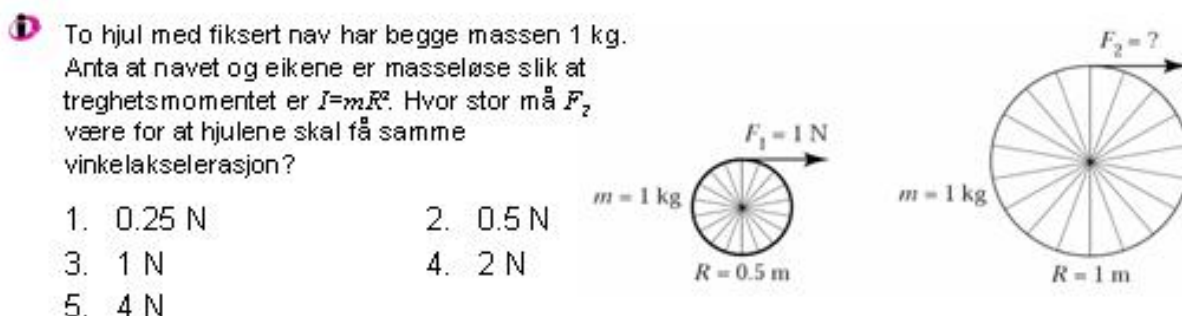
Til nå har jeg sett på spørsmål som fungerer bra med det at de kan skille de sterke studentene fra de svake. Det vises ved at z-skåren for det riktige svaret er høyere enn z-skåren for de gale. De aller fleste spørsmålene er slik. Det er også noen som er så enkle at nesten alle får dem til, og da er ofte ikke z-skårene så forskjellige. Disse oppgavene kan likevel fungere bra enten fordi foreleser skal få bekreftelse eller tilbakemelding eller fordi studentene skal få opp selvtilliten eller komme inn i riktig tankegang.

Det er også noen oppgaver som ikke fungerte på den måten at det var de beste som svarte riktig og de som svarte feil var svakere. Nå vil jeg se på et par slike eksempler.

I en forelesning der foreleser snakket om rotasjon, fikk studentene et spørsmål om hvor stor kraft som trengtes for å få samme vinkelakselerasjon på to ulike hjul. Se Figur 4.16.

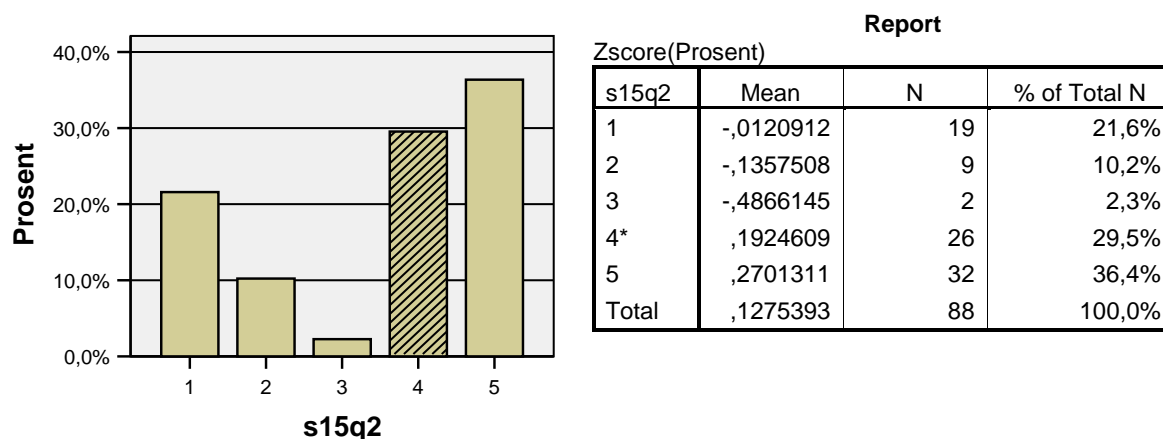
Her kan man se på kraftmomentet som gis ved $\tau = I\alpha$ der α er vinkelakselerasjonen. Siden vinkelakselerasjonen skal være konstant, ser vi på treghetsmomentet $I = mR^2$ som er fire

ganger så stor for det store hjulet som for det lille. Da vil også treghetsmomentet være det. Siden vi også har at kraftmomentet er $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$, vil vi i dette tilfellet få $F = \frac{\tau}{R}$ som gir $F_2 = 2F_1 = 2\text{ N}$. Figur 4.17 viser svarfordeling og z-skåre.



Figur 4.16: Spørsmål om kraft og rotasjon

Det var flest studenter som svarte distraktor 5, altså det dobbelte av det som var riktig. Jeg vil anta at de som svarer dette kun har regnet ut kraftmomentet. Det ser også ut til at de som svarte distraktor 5 i gjennomsnitt er bedre enn de som svarte riktig. Hvis de flinkeste kun så på kraftmomentet, vil det være naturlig å anta at de som var svakere også så på kraftmomentet. Hvis man glemmer å kvadrere radien, vil man få riktig svar hvis man ser bort fra benevning, og det kan hende det er det som har skjedd her. Det ser ut til at studentene ikke har en god forståelse av hva kraftmoment er, og det kan være at det var enda verre enn det så ut, men siden det bare var 30% som hadde riktig, forsøkte nok foreleser å forklare hvordan man bør tenke.



Figur 4.17: Svarfordeling og z-skåre til spørsmål om kraft på hjul

Det var også et annet spørsmål der de flinkeste studentene svarte det dobbelte av det som var riktig. Det var noen forelesninger senere og var da foreleser snakket om gravitasjon. Spørsmål er gjengitt i Figur 4.18.

Siden steinen akselererte fra ro uendelig langt borte vil den hele tiden ha

unnslipningshastigheten i gravitasjonsfeltet. Den er gitt ved $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ der M i dette tilfellet er massen til Jorda og R er avstand fra Jordas sentrum. G er gravitasjonskonstanten. Ved toppen av observasjonstårnet er $R = 4R_J$ og ved bakken er $R = R_J$. Ved å se på forholdet

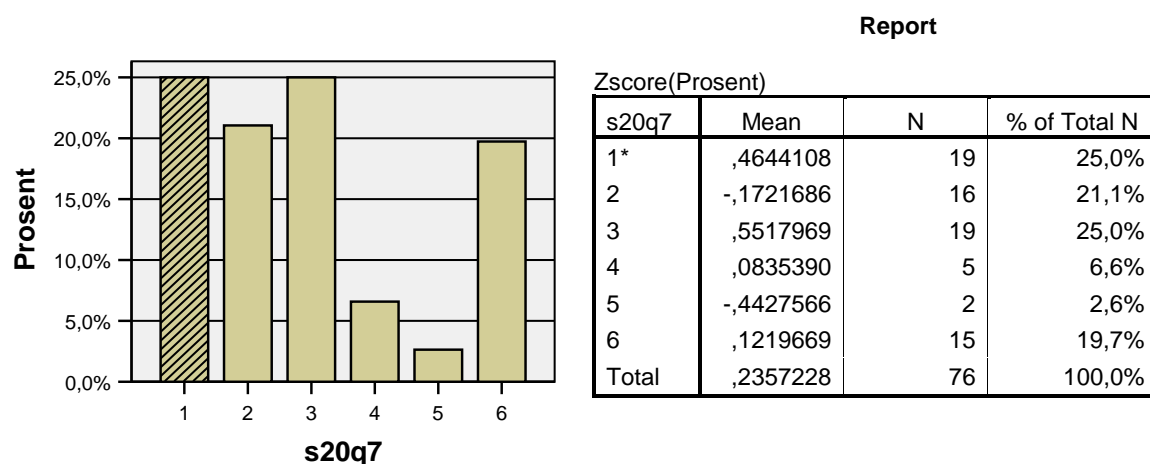
mellom de to unnslipningshastighetene får vi at hastigheten ved bakken er $\frac{\sqrt{4R_J}}{\sqrt{R_J}} = \sqrt{4} = 2$ ganger større enn ved toppen av tårnet.



En (stor) stein befinner seg i ro uendelig langt vekk fra Jorda. Steinen blir sluppet og akselererer mot Jorda. Et observasjonstårn som er 3 jordradier høyt bygges for å observere steinens fall mot Jorda. Hvis vi ser bort fra luftmotstand, da er steinens hastighet idet den treffer bakken;

1. 2 ganger
2. 3 ganger
3. 4 ganger
4. 6 ganger
5. 8 ganger
6. 9 ganger

så stor som ved toppen av tårnet.



Figur 4.18: Spørsmål om gravitasjon og hastighet med svarfordeling og z-skåre

Det er fire svaralternativer som er godt representert, og to av disse har en gjennomsnittlig høy z-skåre. De to andre svaralternativene har z-skåre under gjennomsnittet for denne oppgaven selv om den ene er over null og dermed høyere enn gjennomsnittet for hele kurset. Distraktor 3 har høyere z-skåre enn det riktige svaret, men det viser seg at det er større spredning på det riktige svaret, altså at studentene som svarer riktig er både bedre og dårligere enn dem som svarer distraktor 3. De som har svart distraktor 3 har muligens sett bort fra rottegnet ett eller annet sted i prosessen. Hvis man ikke tar med avstanden fra sentrum til jordoverflaten når man skal se på hvor høyt tårnet er, får man $R = 3R_J$ ved toppen av tårnet. Hvis man igjen antar at rottegnet faller bort ett eller annet sted i prosessen, vil man få distraktor 2. De som har svart dette alternativet er svakere enn gjennomsnittet. Det er også ganske mange som har svart distraktor 6, og de ser ikke ut til å være spesielt svake. Her er jeg usikker på hvordan de har tenkt, men de kan se ut til å ha kvadrert avstanden. På vanskelige spørsmål kan man også anta at svarene til studentene ikke er så godt gjennomtenkte, og hvis flere gjetter helt tilfeldig, vil vi få en viss spredning.

4.3 Observasjon

4.3.1 Introduksjon

På den første forelesningen informerte foreleser om bruken av PRS. Han motiverte for at studentene skulle komme godt forberedt til forelesningene. Han sa også at de ikke kom til å rekke å komme gjennom alt pensum på forelesningene. Det var viktigere å lære noe godt framfor ”å ramse opp alt”.

Når det gjelder fordeler han så med PRS nevnte han fire punkter. Det kunne få studentene til å tenke på problemer, det ville bli lettere å følge med, han mente at aktiv læring varer lenger og det ville være underholdende i forelesningen.

Han snakket også litt om eksamen og sa at den skulle bestå av teorispørsmål, forståelsesspørsmål og problemer. Det ville bli dårlig tid, så studentene trengte mye øvelse på forhånd.

4.3.2 Komme i gang med klikkingen

På første forsøk var det noen problemer med registrering av svar, og det var kun 42 studenter som fikk svart. Foreleser ba etter hvert dem som ikke hadde fått registrert klikk om å svare, og da ble nesten like mange svar registrert. Det kunne se ut til at bare en av fire mottakere virket, og etter litt omplussing fikk 98 studenter registrert sitt klikk. Mottakerne stod i denne forelesningen plassert i en bue ganske langt fremme i forelesningssalen. Jeg fikk inntrykk av at resten av denne forelesningen gikk greit med tanke på registrering av svar.

Til neste forelesning hadde foreleser flyttet mottakerne slik at de var plassert rundt studentene; en foran, en bak og en på hver side ca. midt i forelesningssalen. Etter dette så det ut til at registrering av svar gikk veldig greit.

Det var likevel noen få studenter som hadde problemer med sin klikker, og de kunne da snakke med foreleser så han kunne ordne noe for dem.

4.3.3 Hvordan klikkerspørsmålene inngikk i forelesningen

Forelesningen besto av ulike komponenter. Til alle temaene gjennomgikk foreleser noe teori på tavla, og han regnet gjennom noen eksempler. Da satt studentene stille og tok notater. Av og til hadde han forsøk. Da varierte det litt hvor mye han aktiviserte studentene, men en forelesning der jeg var tilstede satte han først opp forsøket. Deretter ba han studentene tegne på papir hvordan de trodde det ville bli. Mens de tegnet gikk han litt rundt for å få et inntrykk av hvordan de tenkte. Til slutt gjennomførte han forsøket, og da kunne studentene se om det de hadde trodd var riktig. Han hadde også litt om numeriske metoder i forelesningen. I en forelesning introduserte han Matlab, og senere i kurset viste han hvordan noen oppgaver kunne løses numerisk.

I tillegg til dette var det klikkerspørsmål. De brukte han på forskjellige måter. Ofte stilte han noen klikkerspørsmål etter litt gjennomgang på tavla. Da begynte han gjerne med litt enkle spørsmål som mange svarte riktig på og tok vanskeligere spørsmål etter hvert. Hvis det var mange som svarte feil, fikk jeg inntrykk av at han gikk gjennom ganske nøye. Hvis mange

svarte riktig, kunne han nøye seg med en kort forklaring av riktig svar mens det så ut til å være nok med å si hvilket svar som var riktig hvis omtrent alle fikk det til. Noen ganger stilte han også spørsmålet to ganger. Det var gjerne hvis flere enn han hadde ventet svarte feil og han hadde et hint som kunne hjelpe dem til å komme på riktig spor. Da så han på svarfordelinga og stilte spørsmålet en gang til uten å si hvilket svar som var riktig. Det ble stort sett bedre, men jeg så en gang vi ikke kunne se noen særlig forbedring ut fra svarfordelingen, og da hadde han en grundig gjennomgang i etterkant. Det kan tenkes at de som svarte riktig andre gangen hadde skjönt mer enn de som svarte riktig første gangen, og det kunne man muligens sett på z-skåren. Det ble dessverre ikke lagret data for første omgang dersom et spørsmål ble stilt to ganger.

En gang jeg var tilstede, begynte han forelesningen med å stille fire relativt enkle spørsmål. De aller fleste svarte riktig på alle spørsmålene, og foreleser kjørte raskt gjennom alle sammen og forklarte nesten ingenting før helt på slutten. Det var relativt enkle spørsmål om akselerasjon, krefter og bane.

Generelt oppfordret han studentene til å diskutere med sidemannen i svartiden, altså den tiden de hadde mellom spørsmålet ble stilt og svarfordelingen kom opp. Spesielt da han stilte et spørsmål for andre gang ble de oppfordret til å diskutere, og hvis det fremdeles var mye diskusjon når tiden holdt på å gå ut, kunne han legge til mer tid. Dette hang gjerne sammen med at det var få registrerte svar, og dermed fikk studentene mulighet til å svare et godt gjennomtenkt svar. De som ikke hadde svart, fikk mulighet til å svare, og de som hadde svart, fikk mulighet til å endre svar hvis de ønsket det etter mer diskusjon.

I en forelesning nevnte foreleser at han var usikker på om de spørsmålene som gikk på fortegn var gode spørsmål i plenum fordi det var så enkelt å svare feil. Imidlertid mente han det fikk studentene til å tenke og valgte derfor å ha dem med.

Mitt inntrykk av hvordan PRS inngikk i forelesningen er veldig positivt. Da spørsmålet kom opp på tavla så det ut til at de aller fleste ble oppmerksomme. Det var noe diskusjon med sidemannen, spesielt hvis spørsmålet var litt vanskelig, og studentene så seg rundt for å finne nærmeste mottaker. De pekte med klikkeren sin og så at svaret ble registrert. Så så det ut til at de var spente på svarfordelingen og hva som var riktig svar. Hvis det var mange som svarte galt, kunne det gjerne bli litt latter og summing, og da så det også ut til at de var oppmerksomme på gjennomgangen fra foreleser.

4.4 Spørreskjemaet

71 studenter svarte på spørreskjemaet. Det var 135 som brukte klikkeren minst en gang, men ut i fra at det i gjennomsnitt var 90 som klikket på hver forelesning, vil jeg tro at jeg fikk svar fra de fleste som brukte klikkeren aktivt.

Selve datainnsamlingen gikk greit. Jeg presenterte prosjektet mitt, forklarte at jeg ønsket så mange svar som mulig og delte ut skjema til alle som var tilstede. De fleste skjemaene ble samlet inn i løpet av og etter pausen, men jeg fikk også inn noen skjemaer da forelesningen var ferdig 45 minutter senere. Skjemaet er vedlagt i Appendiks 1.

Totalt sett var det ingenting som tydet på dårlige data ved at studentene hadde svart useriøst.

Det første punktet på skjemaet var klikkernummer, og det var noen studenter som sa til meg da de leverte skjemaet at de ikke husket klikkernummeret sitt. Det var likevel 64 som så ut til å ha skrevet riktig klikkernummer. Disse blir brukt i den videre analysen.

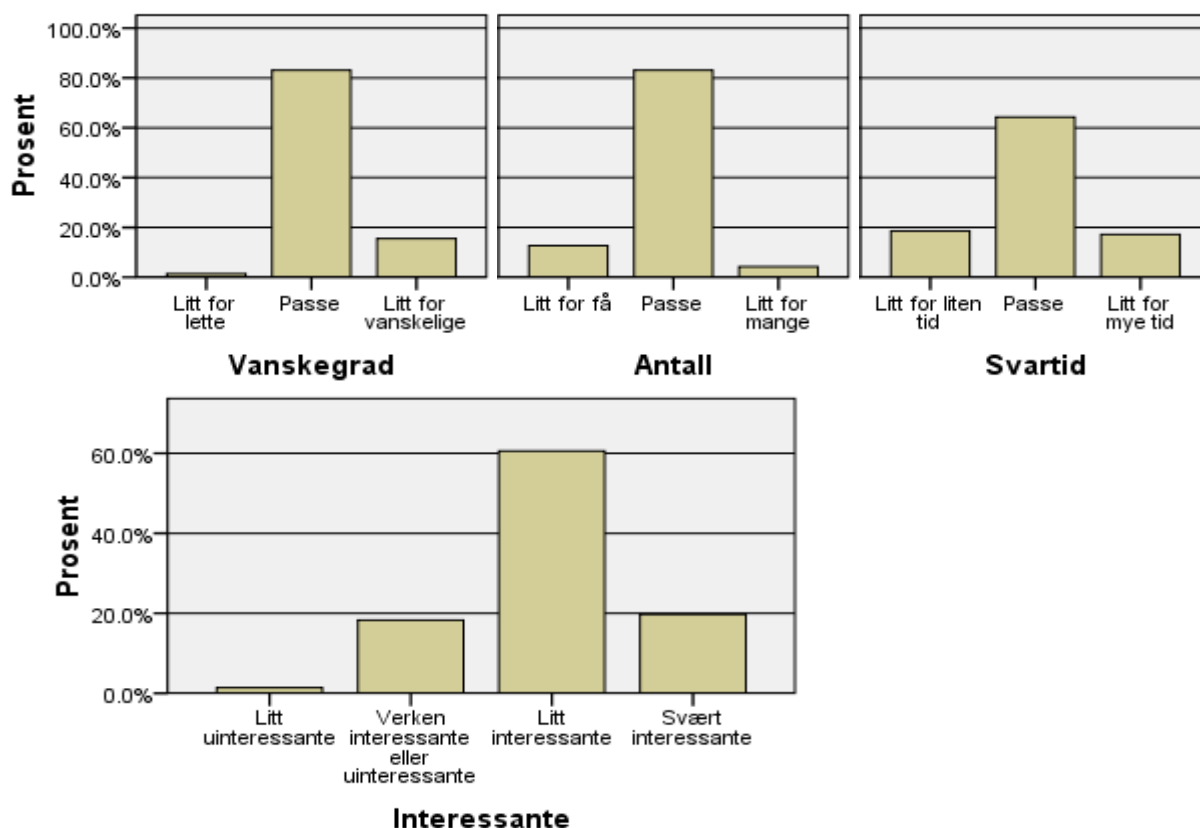
4.4.1 Hvor ofte studentene bruker klikkeren

Det ser ut til at studentene på forelesning stort sett bruker klikkeren sin. Av dem som svarte på spørreskjemaet var det bare en som ikke krysset av på alternativet ”Alltid/nesten alltid”, men denne studenten svarte ”Ofte”. Dette passer bra med funnene fra kapittel 4.1.3.

Ved å koble klikkernumrene fra skjemaet med datamaterialet fra klikkerne så jeg at de som leverte spørreskjema hadde klikket mer enn dem som ikke leverte skjemaet. De som leverte spørreskjema med riktig klikkernummer hadde totalt klikket i gjennomsnitt 113 ganger mens de som ikke hadde levert, men som hadde brukt klikkeren minst en gang, hadde i gjennomsnitt klikket 72 ganger.

4.4.2 Klikkerspørsmålene

Jeg hadde fire underspørsmål om hva studentene mente om klikkerspørsmålene, og de gikk på vanskelighetsgrad, antall, svartid og om de var interessante. På alle disse var det Likert skala med fem avkrysningsbokser. Svarfordeling til disse fire underspørsmålene er vist i Figur 4.19. De svaralternativene ingen svarte er ikke gjengitt i diagrammene.



Figur 4.19: Svarfordeling for spørsmål om klikkerspørsmålene

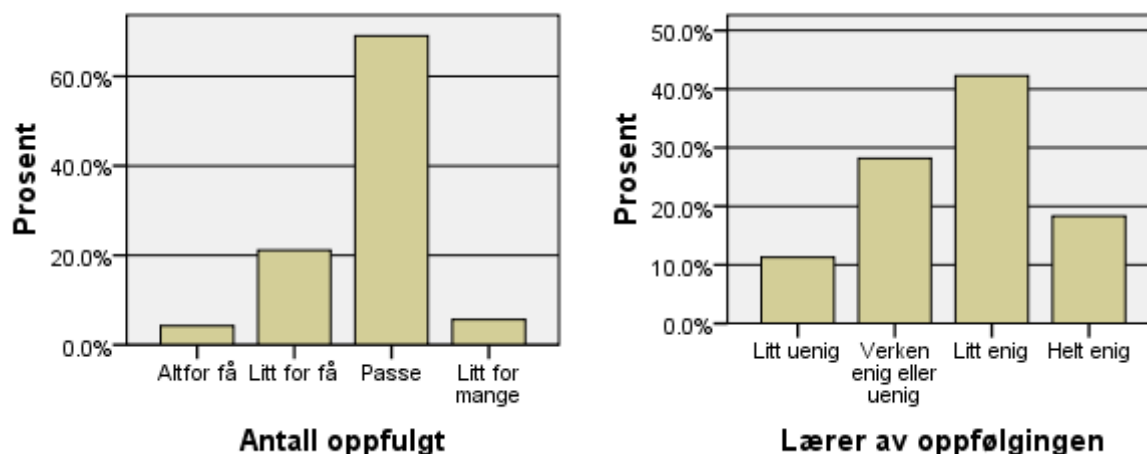
På de tre første spørsmålene var det det nøytrale svaret som flest studenter hadde svart. Det var henholdsvis 86%, 88% og 67% som hadde svart ”Passe”. Dette er et positivt resultat fordi

det betyr at studentene er fornøyde med vanskelighetsgrad, antall og svartid. På det siste spørsmålet svarte hele 83% positivt ved at de var nærmere ”svært interessante” enn ”svært uinteressante”, altså enten boks nummer fire eller boks nummer fem.

Det er to av spørsmålene som korrelerer, og disse korrelerer negativt. Det er spørsmål som går på vanskelighetsgrad og om klikkerspørsmålene er interessante. Pearsons korrelasjonskoeffisient er -0,3 og er signifikant til 0,006. Det vil si at det er mindre enn 1% sannsynlig at resultatet er tilfeldig. Dette betyr at de som svarer at oppgavene er vanskelige har en tendens til å si at de også er lite interessante mens de som mener oppgavene ikke er vanskelige ofte mener at de er interessante.

4.4.3 Forelesers oppfølging

Det var to underspørsmål som gikk på hvordan foreleser fulgte opp klikkerspørsmålene. Det første gikk på antallet han fulgte opp og det andre gikk på læringsutbytte av oppfølgingen. Her var det også fem svaralternativer med et nøytralt i midten. På spørsmålet om antall spørsmål foreleser fulgte opp, var det 69% som svarte ”Passe”, og det var ganske mange flere som svarte for få enn som svarte for mange. I det andre punktet skulle studentene si om de var enige eller uenige i om de lærte mye av oppfølgingen, og da svarte studentene stort sett positivt. Svarfordelingene til de to spørsmålene er vist i Figur 4.20.



Figur 4.20: Forelesers oppfølging av spørsmålene

Jeg så tidligere på korrelasjon mellom vanskelighetsgrad og om spørsmålene var interessante. Om spørsmålene var vanskelige eller interessante korrelerte også delvis med de to punktene om forelesers oppfølging. Tabell 4.11 viser korrelasjon og signifikantnivå mellom disse fire. Jeg har satt en ring rundt de verdiene jeg har kommentert.

Correlations

		Vanskegrad	Interessante	Antall oppfulgt	Lærer av oppfølgingen
Vanskegrad	Pearson Correlation	1	-,323(**)	-,273(*)	-,152
	Sig. (2-tailed)		,006	,021	,205
	N	71	71	71	71
Interessante	Pearson Correlation	-,323(**)	1	,269(*)	,348(**)
	Sig. (2-tailed)	,006		,023	,003
	N	71	71	71	71
Antall oppfulgt	Pearson Correlation	-,273(*)	,269(*)	1	,114
	Sig. (2-tailed)	,021	,023		,343
	N	71	71	71	71
Lærer av oppfølgingen	Pearson Correlation	-,152	,348(**)	,114	1
	Sig. (2-tailed)	,205	,003	,343	
	N	71	71	71	71

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

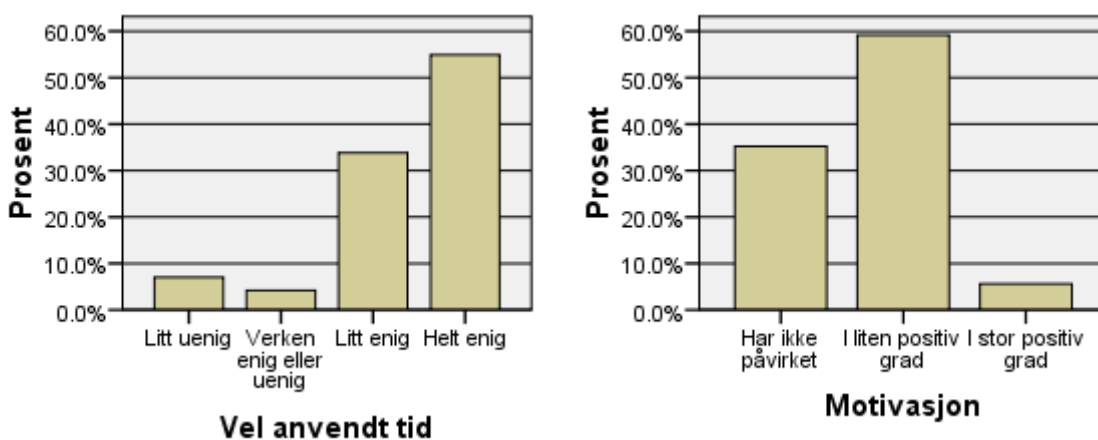
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabell 4.11: Korrelasjon

Vi ser her at de som synes spørsmålene er interessante også gjerne mener at de lærer av oppfølgingen. Det var disse to som viste størst sammenheng. Men det er også en sammenheng mellom antall oppfulgte oppgaver og både om spørsmålene er interessante og om de er vanskelige. Det vil si at en del av dem som synes spørsmålene er vanskelige mener han følger opp litt for få oppgaver, og de som mener at spørsmålene er interessante synes gjerne han følger opp nok.

4.4.4 Mer generelle spørsmål

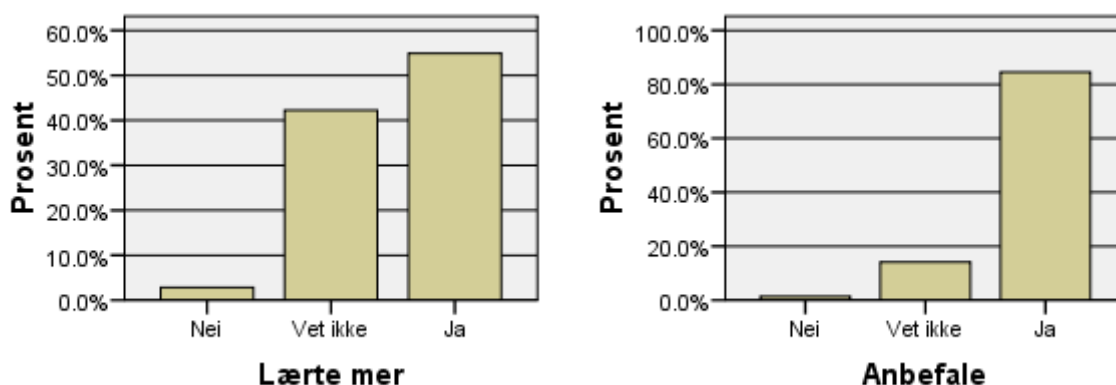
Resultatene fra de mer generelle spørsmålene var også positive. De aller fleste var helt enige i at tiden som ble brukt på klikkerspørsmål var vel anvendt tid og studentene fikk stort sett økt motivasjon for å lære fysikk. Se fordelingene i Figur 4.21. Igjen har jeg ikke søyler for de svaralternativene som ingen svarte.



Figur 4.21: Meninger om hvorvidt bruken av PRS var vel anvendt tid og påvirket motivasjonen for å lære fysikk

På spørsmålet om bruken av klikkere i kurset førte til at studentene lærte mer, svarte de fleste ”Ja”, men det var ikke så mange færre som svarte ”Vet ikke”. Det var bare to som svarte ”Nei”. Se Figur 4.22.

De aller fleste vil anbefale PRS til andre kurs på Universitetet i Oslo. Det er ti studenter som har svart ”Vet ikke” og en student som har svart ”Nei”. Se Figur 4.22 for svarfordeling. Den studenten som svarte ”Nei” syntes det var litt for mange spørsmål, at de var litt for vanskelige og at det var litt for få som ble fulgt opp av foreleser. Studenten var også litt uenig i at bruken av PRS var vel anvendt tid.



Figur 4.22: Lærer studentene mer av å bruke PRS, og vil de anbefale det?

4.5 Generelle funn fra intervjuene

Av de seks studentene jeg intervjuet, var det en som byttet over til et annet kurs underveis. Og siden jeg bare fikk ett intervju med henne, har jeg valgt å konsentrere meg om de fem andre. Det var hun som hadde kjemi, så nå ser jeg altså på resultatene fra studenter i FAM (fysikk, astronomi og meteorologi), MEF (materialer og energi for fremtiden), LAP (lektor- og adjunktprogrammet) og en fri bachelor. Jeg har kalt dem henholdsvis Morten, Stian, Hilde, Erlend og Lars.

Dette kapittelet har jeg delt inn etter hovedkodene fra analysen. De første kodene jeg har tatt for meg var ganske generelle, og svarene fra de ulike studentene var ofte svært like, så jeg har derfor tatt for meg ett og ett tema og sett på alle studentene samtidig. I kapittel 4.6 har jeg sett på det som var individuelt og derfor tatt for meg en og en student. Dette gikk mest på hvordan de jobbet i kurset og hva slags meninger de hadde om kurset generelt og om PRS.

4.5.1 Bakgrunn

De fire som følger et studieprogram har ingen annen utdannelse etter videregående. Lars, som er han som tar en fri bachelor, har en tidligere utdanning innenfor røntgen og stråleterapi og har jobbet både innen det og som lærer på høyskole. Alle sammen har både matematikk og fysikk fra videregående. Ellers hadde de enten kjemi, biologi eller engelsk som fordypningsfag. Alle har også matematikk og informatikk fra universitet før de begynte på dette fysikkurset denne våren.

4.5.2 Fremtid

For å få et inntrykk av hva studentene ønsket med fysikken, og dermed deres motiv for å ville lære fysikk, spurte jeg litt om deres fremtidsutsikter og mål, både for studier og arbeid.

Lars ønsket å ta en master i medisinsk fysikk og ønsket dermed å samle opp nok kurs til å komme inn på et masterprogram i fysikk. Deretter hadde han lyst til å jobbe både med undervisning og forskning, og da gjerne på sykehus.

Hilde hadde endret planene sine hver gang jeg snakket med henne, men det som var felles i alle tre intervjuene var at hun ikke skulle fortsette på Universitetet i Oslo. Hun ønsket noe som var mer praktisk rettet og likte også noe som hadde med administrasjon og ledelse å gjøre. Hun var også hele tiden i tvil om hun ønsket å fortsette med kjemi eller fysikk, og det var også en av grunnene til at hun valgte MEF som studieprogram siden det der inngikk begge deler. Mer om planene hennes kommer i kapittel 4.6.2.

Erlend var LAP-studenten, og han kunne muligens tenke seg å undervise. Fagene ville da være fysikk og matematikk. Han hadde likevel et ønske om å ikke bare være innenfor skolevesenet, og dette sitatet er hentet fra det første intervjuet.

Erlend 1: *"Jeg har ikke lyst til å gå hele livet rett fra skole til utdanning til skole og være der resten av livet. Så hvertfall å få noe erfaring fra næringslivet eller, ja, annen forskning eller et eller annet. Før jeg eventuelt fortsetter som lærer."*

Etter hvert ble han også enda mer motivert for å studere mer fysikk og kanskje gå over til master i fysikk og se på for eksempel kjernefysikk, partikkelfysikk eller astrofysikk.

Morten og Stian som begge var FAM-studenter hadde ganske like mål. De ønsket begge å studere

Morten 1: *"så lenge jeg orker"*

Stian 1: *"så langt jeg kommer"*

De synes også at det høres spennende ut med forskning og kunne tenke seg å drive med det i fremtiden.

4.5.3 Om universitetet

Studentene snakket litt om hvordan de opplever universitetet, både i forhold til videregående og i forhold til andre mer praktiske utdanninger. Det er flere som nevner at de opplever universitet som teoretisk.

Lars 1: *"du er ikke en, det jeg vil kalle en fagarbeider når du er ferdig her. Du er en teoretiker. På høyskolen er du en fagarbeider, men ikke en teoretiker."*

Erlend 2: *"det synes jeg gjelder litt generelt her på universitetet, at det går mye tid til å utlede og bevise og sånt. Men det er kanskje en mening med det og. At de har tenkt at vi skal bli flinkere på det."*

De er også veldig enige om at det går fort på universitetet, det er vanskelig og det er mye å gjøre. Noen nevner at man må jobber mer for å henge med, at det ikke er mulig å ta skippertak og man blir *"holdt mye mer i øra igjennom hele semesteret"*. De fleste snakker her om hvordan de opplever universitetet i forhold til videregående skole, men det siste punktet var i forhold til universitetet slik det var tidligere. Det blir også sagt at i forhold til videregående er det nå mye smalere faglig og fagene henger sammen. Det blir dermed viktig å få ting med seg fordi det vil brukes i andre fag eller i senere semestre.

4.5.4 Om fysikk

Når studentene blir bedt om å si noe om fysikk, sier de at fysikken forklarer virkeligheten, og det er det de liker ved den.

Erlend 1: *"Jeg tror det var det å på en måte forstå alle ting fra hverdagen, eller sånn, ja jeg husker når vi hadde om varmekapasitet og sånne ting, så var det liksom sånn jeg tenkte på på ettermiddagen når jeg skulle sette på vannkokeren, og nå bruker jeg så og så mye energi. Altså det på en måte forklarte litt fenomener jeg kjent da. Det er jo gøy."*

Alle nevner også at man bruker matematikk, og det at man kan regne seg frem til ting man kan se er spennende.

Hilde 1: *"en kan se det på som matte da, bare at du tar matten ut fra det teoretiske ut i hverdagen da, bruker det til noe"*

Morten 1: *"matte med masse, altså noe å regne på, og et praktisk formål med regninga"*

Det er likevel dette som gjør fysikken så vanskelig, og de dårlige opplevelsene kommer der de ikke klarer overgangen mellom matematikk og den konseptuelle forståelsen eller mellom de ulike representasjonsformene. Det virker også som det er dette poenget som utgjør skillet mellom en god og en dårlig fysikklærer. Noen av dem fortalte om at de hadde opplevd en dårlig lærer på videregående, eller en god lærer, og det som trengtes var en god forklaring slik at studentene forstår det som ligger bak formlene og tallene og hvorfor man skal regne som man skal.

Stian 1: *"sånn forklaringen sånn at man faktisk forstår ting i stedet for at det bare er en formel på et ark. Det hjelper."*

4.5.5 Studentenes førsteinntrykk av nytten av PRS

I alle intervjuene ble studentene stilt spørsmål som gikk på hva de mente om nytten av PRS. I dette kapittelet vil jeg ta for meg det de sa i det første intervjuet, altså det de ville tro ut fra bare å ha hørt hvordan systemet virket og sett bruken i én forelesning. Hvordan de senere fortalte at de opplevde bruken av det kommer jeg tilbake til i kapittel 4.6.

Alle studentene mente PRS var et positivt innslag i forelesningen. Noe av det første alle nevnte var at det førte til at studentene deltok mer i undervisningen. De mente det ville bidra til aktivitet og gode avbrekk i undervisningen. Når man fikk disse klikkerspørsmålene som handlet om det de nettopp hadde gått gjennom i forelesningen, måtte de tenke gjennom det og fikk dermed også testet om de hadde forstått det.

Morten 1: *"Fordi det gjør at studentene følger litt med da. Hvis man ønsker å svare riktig hvertfall. Og at man blir tvunget til å tenke litt underveis. Eller ikke helt tvunget, men du føler at du bør gjøre det hvertfall. Og at du da holder deg våken er en veldig positiv ting."*

Erlend 1: *"At vi blir litt tatt med i undervisningen da, eller på en måte blir tvunget til å delta mer på forelesninger og få hjelp til å ikke bare sitte og være passive og høre, men å måtte tenke gjennom det han snakker om sånn at vi får tilbakemelding på om vi har skjønnet det der og da. Og det er, ja min erfaring fra matte- og fysikktimer og -forelesninger er at det er lett å henge med når foreleser gjør noe på tavla, men ikke nødvendigvis så lett å gjøre det selv etterpå, og da kan det jo være greit å få en tilbakemelding på hva man skjønnte og ikke skjønnte under forelesningen."*

Det med at man fikk direkte tilbakemelding var også noe flere av dem trakk frem. Og Lars mente også at med PRS ville man øve på å tenke raskere, noe som går på det å kunne tenke som en fysiker fordi man da bruker intuisjon og fysiske prinsipper og lover i stedet for å putte tall inn i formler.

Stian 1: *"Men, det er sånn, når jeg har svart feil så er det sånn med en gang, hvis jeg tenker ok, hvorfor, hva var det jeg tenkte feil. Også når han forklarer det etterpå, så hjelper det. Så man kan rydde opp i eventuelle vrangforestillinger man har lagt til seg i løpet av de få minuttene før."*

Lars 1: *"Øver du med evnen til å kunne tenke kjappere på fenomener... og da få direkte tilbakemelding. I tillegg til det så er det en god måte å være mer alert. Du kan ikke sitte og halvsove."*

Lars, som selv har jobbet som lærer, så også en fordel fra forelesers side før de hadde begynt å bruke det noe særlig. Det gikk på at foreleser kunne få en tilbakemelding på hvor mye studentene hadde forstått eller kunne om det stoffet han hadde forelest.

Lars 1: *"foreleser eller lærer. Han kan få danne seg et bilde av om det han prøver å formidle er forstått, og få god tilbakemelding"*

Før studentene hadde sett systemet i bruk noe mer enn den første forelesningen, kunne de ikke se så mange ulemper med det. Det de var mest enige om var at det kunne gå med litt for mye tid i forhold til hva som ville være effektiv undervisning.

Hilde 1: *"kan jo si at det tar mye tid og så videre, og at det er mye styr med det"*

De hadde opplevd litt startvansker den første timen med at det var problematisk for en del å få registrert klikket sitt. Det så ut til å være overbelastning på systemet fordi det fungerte bedre

da ikke alle trykket samtidig, men dette løste seg som sagt ved at foreleser endret plassering på mottakerne før neste forelesning. Dette er omtalt i kapittel 4.3.2

Lars nevnte i tillegg til dette at det kunne være en ulempe hvis selve klikkinga tok så mye oppmerksomhet at man ikke konsentrerte seg nok om fysikken bak.

Lars 1: *"ulempen kan bli hvis det tar for mye tid, og det blir at selve klikkinga blir hovedfokus."*

Og Erlend nevnte at det ikke lenger ville være positivt, men kanskje heller negativt å bruke et slikt system hvis foreleser ikke utnyttet det slik han burde.

Erlend 1: *"hvis foreleser ikke er flink til å på en måte bruke det på en god måte, så kan det bare bli unødvendige avbrudd. Det tror jeg. Så det krever litt mer av foreleser og bruke det på en god måte."*

4.5.6 Hvordan PRS brukes i undervisningen

Ved å spørre helt konkret om opplevelser, fikk jeg en del informasjon om hvordan PRS ble brukt i undervisningen. De svarene jeg fikk stemte veldig bra med det jeg selv hadde funnet ut gjennom observasjon og fra datamaterialet fra klikkerne. Rent praktisk forklares det for eksempel slik:

Lars 3: *"du får jo et spørsmål opp, og så forteller han litegrann om problemstillinga, så får du litt tid på deg og da kan vi diskutere litegranne om spørsmåla, så etterpå når svaret kommer opp så er det ikke noe diskusjon oss imellom på en måte. Da er det sånn at han tar en avgjørelse på hvor vidt han skal gjennomgå spørsmålet eller ikke. Og det avhenger litt av svarprosenten egentlig."*

Når det gjelder hvordan forelesningen er lagt opp, forklarer Lars dette og.

Lars 2: *"kombinasjon mellom spørsmål du må svare på, eksperimenter og rein teori"*

Lars 3: *"tar mer opp andre ting enn det du nødvendigvis ser i boka"*

Med det siste sitatet mener han at foreleser går gjennom pensum på den måten og i den rekkefølgen foreleser mener er best, og så skal læreboka være et supplement som studentene skal lese i tillegg, og da kan det være lurt å se på ting fra to sider slik at man har enda større mulighet til å forstå hvis det er vanskelig.

Når det gjelder spørsmålene, er de godt fornøyd. De er ikke alle for vanskelige, men det er heller ingen som får til alt, og det er ofte noe å bryne seg på. De er også fornøyd med at det er noen ganske lette og noen ganske vanskelige.

Morten 1: *"det var greie spørsmål. Det begynte med litt lette og så var det litt vanskelige, også måtte man tenke seg litt om."*

Studentene mente at spørsmålene kom til riktig tid i undervisningen. De kom ofte nok til at det ble gode avbrekk og de fleste mente at det ikke var for mange. Morten var den eneste som mente at det var litt mange i begynnelsen.

Hilde 2: *"som oftest så klarer han å få inn de spørsmålene eller andre ting han gjør når du begynner å falle av, han ser at folk begynner å falle av. Jeg synes han er veldig oppmerksom. Så synes jeg han er ganske flink til å bruke det."*

Morten 2: *"i begynnelsen så var det ganske mye, kanskje litt vel mye, men sånn som det har blitt etter hvert så er det blitt passe mengde"*

Det var heller ikke så viktig om studentene svarte riktig eller galt. For det første ville det ikke telle på karakteren, og det var som sagt nok å bruke klikkeren for å slippe den siste obligatoriske oppgaven. De syntes naturlig nok det var gøy å svare riktig, men de mente også de kunne lære av å svare galt.

Hilde 1: *"jeg prøver og, prøver så godt jeg kan"*

Stian 3: *"jeg synes de fungerte akkurat som de burde, jeg. Det var alltid like gøy når jeg tok feil på noe, så satt jeg der og pønsket og ble litt sånn og hva gjorde jeg galt nå og sånn. Han forklarte etterpå hva, hvordan (uklart) hadde tenkt feil, og det hjalp veldig."*

Lars 2: *"jeg ser at den intuitive forståelsen jeg hadde i utgangspunktet stemte ikke alltid med den fysiske forståelsen. Så jeg, men jeg synes det er veldig greit, for da ser jeg veldig fort at det her må jeg jobbe litt med, så jeg synes det er veldig ålreit på den måten."*

Oppfølgingen av spørsmålene er svært viktig hvis man skal bruke PRS i undervisningen. Når spørsmålet er stilt og studentene har svart, må foreleser ut fra svarfordelinga vurdere om dette var tilfredsstillende. Hvis omtrent alle klarte det, vil det ikke være nødvendig med mer gjennomgang av stoffet, og foreleser kan gå videre i programmet. Noen ganger vil det kanskje være nok med en forklaring av oppgaven før man går videre mens andre ganger trengs det mer gjennomgang og kanskje nye spørsmål der studentene kan diskutere litt seg i mellom. Studentene jeg intervjuet var stort sett fornøyde med gjennomgangen, men alle mente at han gikk litt for ofte videre uten å forklare. Tre av dem nevnte også en prosentandel, og det lå da på mellom 40% og 50% som måtte svare riktig for at han skulle gå gjennom det, og det mente de var litt lite. Selv om det var flest riktige svar, burde han gå gjennom det når det var over halvparten som hadde svart feil. Her kunne jeg sitert hvem som helst av dem, men Erlend forklarer det greit.

Erlend 2: *"Han tar jo gjerne og ser hvor mange som fikk det til, og hvis mange fikk det til så bare går han videre, og hvis mange ikke fikk det til så går han gjennom oppgaven. Han går jo gjerne gjennom litt fort, det gjør han jo generelt. Og noen ganger så er han ikke så flink til å se på prosentvis, hvor mange som fikk det til, altså hvis det bare er flest på riktig svar så bare går han videre, selv om det kanskje bare var 40% eller noe sånt. Så noen ganger går han kanskje litt fort videre selv om ikke så mange fikk det til."*

Erlend 3: *"men stort sett så synes jeg han gjennomgår ting bra."*

De liker alle å diskutere. Både fordi de mener det er nyttig og fordi det er gode avbrekk i undervisningen. Hilde sa i det siste intervjuet at hun til og med ønsket seg mer diskusjon.

Morten 2: *"Også snakker man litt sammen med de man sitter ved siden av med ting kanskje... og det skaper litt pause i undervisninga da."*

Hilde 3: *"Men jeg skulle ønske at vi klarte å diskutere litt mer oss i mellom når vi holdt på med klikkerne og at vi sånn sett hadde lært."*

På spørsmål fra meg om det er mye diskusjon svarer de litt forskjellig fordi de er ulike personer og sitter sammen med forskjellige mennesker, men det ser ut til å være diskusjon selv om Hilde som sagt ønsket seg litt mer.

Lars 3: *"Det har vært (uklart) sånne seriøse diskusjoner, det har vært veldig nyttig for min del. Det er en del som diskuterer seriøst, altså der og da når du skal klikke og svare på spørsmål så er det helt tydelig at det, hvertfall en god del tar det ganske seriøst, av de jeg har sett."*

Morten 3: *"Det kommer litt an på, hvis man føler at man vet det så prøver man jo selv. Jeg (uklart) gjør hvertfall det(?) ☺. Men hvis man ikke vet det så tror jeg man må lære av de andre kanskje, og hvis det er uenigheter så blir det jo fort litt diskusjon. Så det er ikke så veldig mye, men litt, en del."*

Erlend 3: *"Ja, det har det blitt flere ganger. Noen ganger legger han jo opp til det også, at vi kan snakke litt sammen, og så tar han samme spørsmål en gang til, og ja. Men generelt også så er det jo sånn at man summer litt."*

Stian 3: *"Ja de satt jo alltid og diskuterte hva som kunne være mulige løsninger. Det var litt gøy, sånn fysiske diskusjoner ☺"*

4.6 Hver students opplevelse, meninger og arbeidsmetode

I dette kapittelet vil jeg ta for meg en og en student for å få en slags helhet i hvordan de jobbet for å lære fysikk og hva de syntes om kurset.

4.6.1 Lars

Lars hadde allerede vært ute i arbeid og jobbet med både stråleterapi og som lærer på høyskole, så det var dermed ganske mange år siden han selv hadde hatt undervisning i fysikk. På grunn av denne praksisen brukte han mer intuisjon enn formler som han sa selv, og teorien var vanskelig å huske og han brukte dermed ganske lang tid på å sette seg inn i ting. Dette var heller ikke den fysikken han hadde jobbet mest med og han følte at han trengte å jobbe mye for å få det inn. Han mener det ville vært en fordel om han hadde hatt videregående pensum ferskt i minnet.

Lars 3: *"Jeg prøver liksom å se, jeg ser ikke, jeg bryr meg ikke så veldig mye om formelen, men jeg prøver å se (uklart) intuisjon og så sette det sammen med formelen, og det er sannsynligvis fordi jeg har jobba litt, en god del etterpå, men i hvert fall så, men det er der jeg sliter på en måte, så jeg legger aldri*

vekt på formelen i seg selv. Formel er bare et uttrykk for at jeg oppfatter situasjonen, altså sånn er det, ok, da skjønner jeg det, da kommer resten av seg selv.”

Lars 3: *”jeg ville nok kanskje trengt litt mer tid, men jeg synes på en måte ikke kurset i seg selv. Det er mer meg og mitt hode som fungerer tregt ☺ enn at det var kurset som gikk for fort.”*

Men han ser også fordeler med å ha jobbet en stund slik at stoffet har fått mulighet til å modnes.

Lars 3: *”det er et typisk modningsfag”*

Lars 3: *”de aller fleste som kommer rett fra videregående, de er vant til å pugge formler, og så er de ikke vant til å se formler i forhold til intuisjon, og det er et problem for veldig mange. Det har jeg sett.”*

For å lære seg fysikken i dette kurset ønsket han å lese pensum og å løse oppgaver. Pensum ville han lese så fort som mulig, og helst være i forkant til forelesningene, og han ville gjerne regne litt ekstra oppgaver også for å øve seg. Han ønsket å få med seg så mange forelesninger som mulig, og der er han alltid nøye med å ta notater som han liker å bruke når han skal repetere. Ulempen med å ta notater er at det blir litt mye og vanskelig å følge med hvis det skjer mye, for eksempel at de må svare på et klikkerspørsmål før han er ferdig med å skrive notater. Gruppeundervisningen er noe Lars brukte aktivt for å få vite hvor han lå an, og den var han veldig fornøyd med.

Lars 2: *”Og særlig hvis jeg skriver notater ved siden av, og jeg gjør notater uansett om det er nødvendig eller ikke, så jeg synes det er greit å gjøre egne notater, og da greier jeg knapt nok å følge med og skriver ned, og da liksom det å tenke i tillegg blir veldig vanskelig.”*

Lars 2: *”hadde jeg ikke hatt grupper så hadde jeg trodd jeg kunne alt og ikke kunnet noen ting eller motsatt, så det er liksom den arenaen jeg bruker for å utfordre det jeg kan. Det fungerer veldig bra.”*

Lars er veldig glad i å løse oppgaver for å lære seg fysikk, og det han sier han får aller mest utbytte av er å løse oppgaver og få tilbakemelding på dem. Det var også et av ønskene han hadde for kurset underveis. Han kunne ønsket at det var mulighet for å levere inn flere oppgaver, men uten press. Det vil si at de ikke skulle telle på karakter, og man skulle heller ikke trenge å få bestått for å kunne gå opp til eksamen.

I begynnelsen løste han også en del *Mastering Physics* spørsmål³. Lars sa at disse oppgavene lignet på de klikkerspørsmålene foreleser hadde i timen.

Lars 3: *”til å begynne med så prøvde jeg en god del på de Mastering Physics spørsmåla, men tiden strakk ikke til til å liksom fortsette med det, men jeg følte liksom at de to var veldig like og fungerte på samme måten. Altså samme*

³ Disse er omtalt i kapittel 1.3.

type spørsmål og, ja, jeg liker den typen at du på en måte får gjort det litt på den måten.”

Lars jobbet som sagt mye, og han sa at det var altfor mye til å klare å gjøre alt han ønsket. Da det kom obligatoriske oppgaver i et av fagene, måtte det andre legges til side, og han kom da på etterskudd i dette fordi det var et press på at oppgaven som skulle leveres måtte være bra nok.

Lars 2: *”Jeg greier ikke å få gjort alle oppgavene til hver uke. Det er ikke snakk om. Jeg sitter, jeg begynner kl 8 om morgenen og sitter til 9 om kvelden og det nytter ikke, jeg får ikke det til. Så jeg synes det er mye. Men, og det blir såpass mye at får du en stor oppgave, være seg fysikk eller andre fag, så må du prioritere.”*

Generelt syntes Lars at kurset var helt greit. Måten foreleser la opp pensum på i forhold til forelesninger var greit, tidsbruk og prioriteringer var *”helt ok”* og mengde klikkerspørsmål var *”helt ok”*. Han var fornøyd med forelesningene fordi foreleser hadde innslag av både teori, eksperimenter og spørsmål de kunne svare på. Foreleser fulgte ikke boka slavisk, og det likte Lars fordi han da kunne sette seg ned i etterkant å se på de ulike vinklingene. Men boka var han ikke så veldig fornøyd med.

Lars 2: *”forelesninger skal være et supplement. Det skal ikke være i stedet for. De som på en måte repeterer pensum eller det som er i boka på tavla, synes jeg av og til kan være litt bortkasta, men derimot hvis man kjører sitt eget opplegg, men at boka blir en ressurs, det synes jeg er bedre. Det kan være tyngre å følge med hvis ikke du er forberedt, men får man med det man skriver, kan man sette seg i ro og mak etterpå og se på den vinklinga kontra bøker, og så bruke den veien der. Og det har jeg gjort, og jeg synes det fungerer.”*

Lars 3: *”Jeg synes ikke boka er så veldig god.”*

Lars syntes det gikk veldig bra med prosjektoppgaven og de obligatoriske oppgavene. De ukene han hadde disse oppgavene jobbet han mye, men han sa at han liker slike oppgaver og han er glad i å få tilbakemeldinger.

Lars 3: *”Prosjektoppgaven, da satt jeg vel hele tiden i våken tilstand. ☺”*

Eksamen var han derimot svært misfornøyd med. Han var fornøyd med sin egen forberedelse, syntes han lå ganske godt an og mente de hadde fått mer enn nok tid og lese på, men han var overrasket over hvordan eksamen var og var svært misfornøyd da han kom til det tredje intervjuet som var like etter eksamen, og dermed før de hadde fått vite karakteren.

PRS er et system som passer Lars veldig godt, og han liker både det å få direkte tilbakemelding og det at spørsmålene går på forståelse og at man må *”tenke på en fysisk måte”* og raskt for å svare. Noen av meningene han hadde om PRS og klikkere før de var kommet ordentlig i gang er gjengitt i kapittel 4.5.5.

I andre og tredje intervju kunne han også fortelle om erfaringer han hadde fått og hvordan han brukte systemet. For det første syntes han at han lærte noe av spørsmålene fordi det satte

tankeprosessen i gang og han fikk noen aha-opplevelser. Det var også gode avbrekk som han satte pris på, men det var helt nødvendig med full konsentrasjon for å lære noe på forelesningen.

Lars 2: *"Så det er ikke nødvendig å gå på den forelesningen og ikke klare å følge med for å si det sånn. Du må ha full konsentrasjon. Det har også litt sammenheng med at det går såpass fort at det er, har jeg ikke 100% konsentrasjon så sitter ikke noe igjen i det hele tatt. Hvertfall for min del så må jeg ha 100% konsentrasjon."*

Det neste som gjorde dette systemet nyttig var at han kunne få en bekreftelse på om han hadde forstått det som var blitt forelest godt nok til å kunne bruke det selv. Her er han enig med mange i at det ser veldig greit ut så lenge man bare ser på noen som regner en oppgave, men hvis man skal prøve selv, går det ikke så greit likevel.

Lars 3: *"hvis du tar en sånn analog tilbake til den gang jeg gikk på videregående, (uklart) da må komme opp å svare på spørsmål på tavla på en måte. Det er ikke fullt så ille som det, for da må du vise for all verden at dette her kan du ikke, eller kan det ☺ Men det tilsvarer samme nytten følte jeg. Jeg føler at det er nyttig, for man kan tro man skjønner veldig mye helt til man blir utfordra på det og ser at, å nei, dette her var ikke så enkelt allikevel."*

Selv om han mener PRS kan være veldig nyttig, sier han også at det er veldig avhengig av "type teori". På det siste intervjuet sa han at det ville passet veldig bra på stoff der man kan bruke "enkel intuisjon", men hvis man har tyngre og mer teoretisk stoff ville det ikke passet like bra. Matematikk var et eksempel der han mente at det ikke ville passet så bra.

Da vi snakket mer konkret om dette kurset, var han som sagt veldig fornøyd.

Lars 3: *"Jeg synes det har fungert veldig greit. Så jeg håper at de fortsetter."*

Men han mente også at det trengtes en del arbeid fra studentenes side for å få mest mulig ut av dem. Han opplevde for eksempel at han måtte være veldig godt forberedt til timen både ut fra måten spørsmålene var laget på, men også fordi foreleser ønsket at studentene skulle ha lest seg opp på temaet på forhånd, og dermed snakket deretter, og generelt gikk han ganske fort frem.

Lars 2: *"de er hvertfall laget på den måten at jeg har sett jeg må være godt forberedt før timene."*

Da Lars snakket med andre studenter, opplevde han at ikke alle var like positive som han, og ikke ønsket å jobbe på samme måte som ham for å lære seg fysikk.

Lars 3: *"Noen synes vel det var greit, andre var ikke noe særlig for klikkerne. Jeg hørte veldig delte meninger. Og for noen var det tydelig at de klikkerspørsmålene var relativt enkle. For andre så så de vel ikke helt, de skjønte liksom ikke helt poenget med det så de bare klikka for at de skulle slippe oblig 3 hadde jeg følelsen av. Jeg traff vel ikke noen sånn veldig likesinna som meg egentlig, så jeg har hatt noen diskusjoner på det, og følt at jeg måtte forsvare mine egne meninger alene ☺"*

Selv svarte han på et spørsmål om det å være aktiv med klikkeren tilsvarte en obligatorisk oppgave:

Lars 3: *”Nei, jeg ville hatt begge deler ☺”*

Oppsummert har vi at Lars var eldre og hadde mer erfaring enn de andre studentene jeg intervjuet, og han syntes det brakte med seg både fordeler og ulemper. Den største fordelen sa han var at faget hadde fått mer tid til å modnes fordi dette var et *”modningsfag”* og at han dermed hadde utviklet en bedre intuisjon som han brukte mye. En ulempe var at det var lenge siden han hadde fått undervisning og synes derfor han husket lite og at det tok lang tid før han kom inn i stoffet igjen.

Det som var viktig for Lars var å få flere innfallsvinkler. Han tok derfor mye notater fra forelesningen og likte hvis foreleser ikke sa akkurat det samme som stod i læreboka. Det å regne oppgaver, og spesielt med tilbakemeldinger, var veldig viktig for ham og var noe han gjerne kunne tenkt seg mer av. Han likte også oppgaver som ikke bare gikk på å putte tall inn i formler, men ville gjerne ha kvalitative forståelsesoppgaver. I tillegg ønsket han seg en bekreftelse på om han hadde forstått det som var blitt forelest godt nok til å kunne bruke det selv. Alle disse momentene var grunner til at han likte PRS som undervisningsmetode. Dessuten så han fordelen fra forelesers side med at han kunne få en tilbakemelding på hvordan det lå an med studentene.

Men det var en ganske krevende metode fordi det krevde god forberedelse fra studentene og 100% konsentrasjon på forelesningene. Og han brukte veldig mye tid på å jobbe med fagene han tok. På dette punktet delte han skylden mellom *”meg og mitt hode som fungerer tregt”* og at det var lenge siden han hadde hatt noe teori i fysikk.

Lars var ganske fornøyd med kurset, men svært skuffet med eksamenen.

4.6.2 Hilde

Hilde gikk på studieprogrammet MEF (materialer og energi for fremtiden) og var i utgangspunktet usikker på om hun likte fysikk eller kjemi best. Fremtiden var usikker, og hun hadde ulike planer ved hvert intervju. I det første intervjuet hadde hun planer om å dra til Trondheim neste år for å studere industriell økonomi og teknologiledelse.

Hilde 1: *”sivilingeniør i industriell økonomi og teknologiledelse, for det er litt mer praktisk rettet. Jeg synes det er litt for mye teori, og ser ikke helt hvor jeg ender opp hen, og det plager meg ganske mye. Og det er litt mer administrasjon og ledelse og organisasjonspsykologi og så videre i tillegg som jeg liker veldig godt da. Samtidig som fysikk og matte blir med på lasset.”*

I det første intervjuet snakket hun også om at hun liker aktivitet og alternativ undervisning, så hun likte veldig godt planene til foreleseren og så frem til forelesningene. Det så riktignok ut til å bli mye arbeid, men det ville være greit hvis det førte til god læring.

Hilde 1: *”Nei, ikke akkurat med klikkerne, men jeg har vært med på at lærer prøver å få deg til å delta i timene på en måte, ved å svare på spørsmål og så videre, og jeg satt liksom første dagen og tenkte, hm, dette var kult, for jeg er veldig*

for masse nytenkning pedagogisk sett da. Jeg har jobbet litt i elevorganisasjon, og der har vi vært veldig opptatt av tilpasset opplæring og sånn der”

Hun ønsket å følge opplegget foreleser hadde lagt opp til, altså lese før timene, gjøre oppgavene, følge med på forelesningene og svare så godt hun kunne på klikkerspørsmål, følge gruppeundervisning og ellers gjerne ligge litt foran slik at:

Hilde 1: *”hvis jeg begynner å slite så slipper jeg å ligge langt baki.”*

I det neste intervjuet ga hun inntrykk av at det var vanskelig. Hun syntes foreleser gikk fort frem, men trodde kanskje det var fordi hun ikke hadde 3Fy, altså full fordypning i fysikk fra videregående. Likevel syntes hun det ikke burde være nødvendig siden det ikke er noe krav, men ellers er hun fornøyd med oppsett av pensum.

Hilde 2: *”Han har lagt opp veldig greit, så du dekker på en måte alt føler jeg.”*

Når det gjelder målet hennes om å følge opplegget, hadde hun nå falt litt bakpå. Det ble for mye å gjøre.

Hilde 2: *”Jeg klarte meg greit en veldig god stund. Jeg føler jeg har vært innom, gjort alle oppgavene til de siste ukene, altså ikke til de siste ukene, men før det, men så var det mye annet som skjedde, og da har man falt litt bak igjen, så nå føler jeg at det er oppsamling på alle fag. Men det har gått veldig greit å følge de ukesoppsettene egentlig, men det har ikke gått så greit som jeg hadde tenkt det skulle gjøre, men man skal være litt optimistisk på begynnelsen av et år da ☺ for ellers går det jo ikke.”*

Hun sa at hun hadde et ønske om at foreleser i begynnelsen av en forelesning kunne ta opp et par av klikkerspørsmålene fra forrige time *”for å se om vi fremdeles huska hva det handla om”*.

Selv om hun ikke hadde fått gjort så mange av de siste oppgavene, var det likevel det hun sa hun fikk mest utbytte av i tillegg til å lese i boka. Forelesningene mente hun burde være en overordnet forklaring eller en innledning som kunne få studentene inn i en tankegang for så å kunne lære seg stoffet.

I dette intervjuet fortalte hun at fremtidsplanene var endret og at hun nå hadde søkt seg til utlandet på *”business”*. Hvis hun ikke kom inn der lurte hun på å dra til NHH (Norges Handelshøyskole) i Bergen fordi hun hadde mistet litt av motivasjonen for å drive med realfag.

Hilde 2: *”fordi at jeg tror ikke realfag motiverer meg i like stor grad som jeg trodde det skulle gjøre. Og det, jeg ser ikke for meg at jeg skal jobbe innenfor det.”*

Problemet hennes med fysikk nå var at hun ikke helt visste hva hun skulle bruke det til. Hun trodde også det ville bli vanskelig å huske alle formlene hun trengte og hvor hun skulle bruke dem. Hun var heller ikke helt fornøyd med boka og sa at hun likte bedre å lese i kjemiboka enn i fysikkboka.

Likevel var noe positivt fordi hun fremdeles stort sett var fornøyd med foreleser og PRS. Hun syntes foreleser brukte bra med tid på klikkerspørsmål, og at han forklarte nok rundt oppgavene. Selv om hun hadde svart riktig, var det veldig greit at foreleser forklarte fordi hun da fikk tenkt godt igjennom hvorfor hun hadde svart det hun hadde svart. Dessuten syntes hun at han var veldig oppmerksom og ofte kom med klikkerspørsmål da han så at studenter hadde begynt å falle av. Ulempen derimot var at han brukte litt for lang tid til det enkle i begynnelsen av timene slik at det ble lite tid til det vanskelige på slutten. Hun syntes også at han brukte litt for lite tid på regnetekniske oppgaver på tavla.

Gruppeundervisningen var hun også veldig fornøyd med og syntes gruppelæreren var veldig flink til å få en helhet i kurset.

Hilde 2: *"hun er hvertfall veldig flink til å få helheten sammen, og følge det programmet som er lagt opp. Du ser at det er en tanke bak det liksom."*

I det tredje og siste intervjuet hadde hun igjen endret planer og meninger. Hun sa at hun hadde lest ganske mye før eksamen og dermed begynt å skjønne mer. Dette gjorde at hun fikk et mer positivt syn på fysikken igjen og var derfor gått tilbake til sin opprinnelige plan om å dra til Trondheim.

Hilde 3: *"jeg har gått tilbake til den vanlige planen min da. Jeg skal til Trondheim igjen, så det at jeg faktisk begynte å jobbe med fysikk i slutten har gjort at jeg begynte å like det mye mer. Så det har jo en sammenheng at man faktisk begynner å forstå noen ting og synes det er litt gøy. Så det er jo bra."*

Selv om hun var fornøyd med eksamenslesinga og innhentinga på slutten, var hun ikke fornøyd med eksamen. Hun syntes ikke den tok opp alt de hadde hatt i kurset og hun var overasket fordi hun trodde det skulle ha gått mye bedre.

Hilde 3: *"så synes jeg kanskje at eksamen var litt på tryne."*

Hilde 3: *"jeg synes det var for mye rotasjon og rulling og skliing samtidig. Jeg synes det var lite, han burde tatt mer relativitetsteori og korrioliskraften og sannelige ting som han hadde lagt veldig mye vekt på."*

De obligatoriske oppgavene hadde derimot vært greie og gått bra, men hun hadde litt problemer med å se hvordan de passet inn i pensum og tenkte kanskje ikke på at dette var et mål for kurset selv om det ikke ville komme på eksamen.

Hilde 3: *"Jeg jobba ganske mye med de. Jeg synes det gikk kjempe greit. Men jeg har litt, jeg er ikke så, så ikke helt hva vi fikk så mye igjen for det egentlig. Jeg lærte meg å programmere og sånn sett prøve og analysere figurer som (uklart) og sånn, men jeg synes man kanskje kunne brukt tiden på noe annet og litt mer relevant i forhold til faktisk det pensum som vi burde ha lært."*

Hilde var ikke så fornøyd med foreleser i dette intervjuet. Hun hadde sett at forelesningene ikke hadde vært så gode som hun hadde trodd.

Hilde 3: *"har ikke hatt den samme røde tråden som han burde hatt."*

Denne gangen mente hun at foreleser ikke hadde brukt PRS optimalt. Hun savnet mer diskusjon og hun mente at foreleser brukte for kort tid hvis han først skulle ha det som en del av undervisningen. Hun hadde ønsket mer svartid og at foreleser brukte mer tid på gjennomgang fordi hun denne gangen mente at han gikk videre selv om det var mange som hadde svart galt.

Hilde 3: *"for hvis man skal ha klikkere inn i undervisningen, så må man jo bruke det aktivt hele tiden og ikke bare som en avkobling, og nå må vi skynde oss igjen med klikkerne. Da må det være en stor del av undervisningen."*

Hilde 3: *"Noen ganger skulle jeg ønske at det var litt lengre... det er vanskelig å lese og tenke på spørsmålene samtidig, for det går så fort liksom, så da blir du helt sånn... så noen ganger svarer jeg bare et eller annet uten å ha tenkt gjennom hva det er for noe, og så finner jeg ut hva det er etter hvert"*

Hilde 3: *"Og det var ofte når han så at det var mange som hadde svart rett, eller flesteparten hadde svart rett på et spørsmål, så var det fremdeles en hel haug som ikke hadde svart rett, og så sa han ja, men det her kan dere jo, flott, og så gikk han bare videre. Så var det egentlig, vel, over halvparten av de som satt i den salen som ikke skjønnte en ting."*

Likevel var hun fremdeles fornøyd med PRS som system. Hun mente det bidro til at studentene deltok i timene og at mange kunne våkne litt av det. I tillegg mente hun at det å bruke klikkere førte til at hun hadde lært mer fordi det styrket forståelsen, og dermed husket hun bedre.

Hilde 3: *"det har ført til at jeg husker ting, som vi kanskje har tatt opp i forhold til, for det er jo veldig enkle spørsmål man tar opp i forhold til (?) klikkerne selvfølgelig. For de tingene, grunnforståelsen blir kanskje bedre når man setter seg ned og leser etterpå."*

Hun ville dermed anbefale dette opplegget til andre kurs fordi hun så potensialet i det, også for vanlige klasserom, men hun håpte at det kunne bli litt mer utviklet først.

På spørsmålet om det å være aktiv med klikkeren tilsvarer en obligatorisk oppgave, svarte hun:

Hilde 3: *"Ja, absolutt. Man lærer mer av det enn en obligatorisk oppgave."*

Som oppsummering var Hilde både usikker på sin fremtid og sin interesse for fysikk, men det virket som hun likte det når hun fikk det til. Hun hadde et mål om å følge undervisningen slik den var lagt opp, men litt uti semesteret klarte hun ikke lenger å gjøre alt. Det var likevel det å gjøre oppgaver i tillegg til å lese i læreboka hun mente hun lærte mest av, og forelesningen skulle mest bare være en hjelp.

Hun var glad i alternative undervisningsmetoder og hadde tidligere engasjert seg i elevråd og lignende. I utgangspunktet var hun positiv til PRS, men det virket som om hun ikke alltid var like fornøyd med hvordan foreleser brukte det. Hun ga uttrykk for at hun var fornøyd med foreleser, for eksempel med måten han hadde lagt opp kurset og at han var oppmerksom overfor når studentene holdt på å falle av i undervisningen. I det andre intervjuet var hun

ganske fornøyd med forelesers bruk av PRS og mente han forklarte bra og brukte passe med tid på dette. Men det var likevel noen steder hun var uenig med ham når det gjaldt måten PRS ble brukt. Hun ønsket en repetisjon fra forrige forelesning i begynnelsen av hver time mens han fokuserte mer på at studentene måtte forberede seg i forkant. I det siste intervjuet mente hun at han ikke brukte nok tid og at PRS burde være en mye større del av undervisningen hvis det først skulle være med. Hun skulle også gjerne hatt lenger svartid på hvert spørsmål fordi hun mente at hun ble litt stresset av at hun hadde så kort tid til både *”å lese og tenke på spørsmålene samtidig”*. I tillegg mente hun i likhet med de andre studentene jeg intervjuet at han ikke gikk gjennom nok spørsmål fordi det ville være så mange som ikke skjønte hvordan det var når få hadde svart riktig og han ikke gikk gjennom det.

Til tross for alt dette fikk jeg et inntrykk av at hun var fornøyd med PRS. Hun mente studentene ville lære mer og få en bedre forståelse.

Eksamen var hun svært skuffet over. Hun var ikke fornøyd med innholdet i eksamen og mente selv at hun gjorde det dårlig.

4.6.3 Erlend

Erlend var LAP-student og ville få en lektorutdanning med fagene matematikk og fysikk. Han hadde ikke så høye forventninger til dette kurset rent faglig fordi det så ut til å være en del repetisjon fra videregående, og en del av temaene var ikke det han syntes var mest spennende. Men han likte som sagt ideen om PRS og trodde dermed forelesningen ville bli litt mer spennende.

Erlend liker best å lære seg fysikk ved å følge forelesningene, men han ser også at han må regne oppgaver selv.

Erlend 1: *”jeg har stort utbytte av forelesninger, hvis det er en flink foreleser, men... ja, jeg må jo bruke tid på å sitte og regne for å på en måte få inn metoder og hvordan man skal bruke det i praksis.”*

Han prøver dermed å regne de oppgavene som settes opp hver uke, og hvis det er noe han har problemer med, så går han på regnegruppe. De hadde også diskusjonsoppgaver til hver uke, og disse gruppetimene prøvde han å gå på hver uke, men her forberedte han seg ofte ikke så mye. Han leste heller ikke så mye i boka, bare når han fikk problemer med regneoppgaver og han måtte gå tilbake for å se på teorien som ikke satt helt kun ut fra forelesningene. Det virket som om han fikk litt dårlig samvittighet da han snakket om dette og sa at han kanskje burde ha brukt mer tid på å regne, men det var nå sånn det var.

Erlend syntes altså det var en del repetisjon fra videregående, men han innså etter hvert at det trengtes, for det ble vanskelig nok

Erlend 2: *”Jeg hadde kanskje trodd at det ikke var så mye repetisjon fra videregående, men jeg ser at det var greit med så mye repetisjon også, så jeg tror ikke vi kunne gått så mye forttere fram for min del. Det er vel kanskje det jeg har forventa av meg selv og kurset litt for høyt.”*

Både når det gjelder de obligatoriske oppgavene og gruppeundervisninga er Erlend fornøyd. Han brukte mye tid på de obligatoriske oppgavene og prosjektoppgaven, men de gikk bra.

Erlend 3: *"Jeg synes alle gikk bra. Jeg synes det var morsomt når jeg holdt på med dem og jeg lærte noe av de og sånn, men ja. Brukte mye tid den uka man hadde det."*

På den gruppa Erlend var med i dukket det ikke opp så mange, men det syntes han var ganske greit fordi han da kunne få så mye hjelp han trengte når han først dukket opp. Han brukte det aktivt til å klare opp i det han ikke hadde skjønt på forelesning.

Han var ikke spesielt fornøyd med eksamen. Han trodde at han var godt nok forberedt, men også han ble litt overrasket over hvordan eksamenen var. Han sa at han hadde forberedt seg på litt andre ting enn det de fikk.

Erlend 3: *"Ja, akkurat nå etter denne eksamen, så synes jeg kanskje ikke det gikk så bra, men generelt så synes jeg kurset har gått bra. Jeg har lært en del og jeg føler jeg kan det jeg skal kunne, stort sett."*

Forelesningene var Erlend stort sett fornøyd med fordi han mente at foreleser var flink til å bruke PRS. Han syntes kanskje det ble litt mye utledninger og at det gikk litt fort, spesielt når han regnet eksempler på tavla, men generelt var han fornøyd. Han syntes det var gode spørsmål som var passe vanskelige, de fikk passe lang tid på seg og det var passe antall i forelesningene. Han syntes også spørsmålene var relativt like de som kom på eksamen, så for ham fungerte det som en liten forberedelse, svært ulikt det Hilde sa. Han syntes også det var bra at de fikk prøvd å se det de nettopp hadde hørt i praksis;

Erlend 2: *"så jeg finner hvertfall ut hva jeg ikke har skjønt. Det er bra."*

Han var også fornøyd med timingen til foreleser fordi han stilte spørsmål da Erlend ikke hang helt med på gjennomgangen. Da skjønte han mer av hva foreleser hadde gått gjennom like før.

Erlend 2: *"det har vært noen ganger hvor jeg på en måte ikke har hengt helt med på det han har sagt når han har gått gjennom ting, men så kommer det et klikkerspørsmål, og da må jeg liksom lete på tavla etter hva er det han vil at jeg skal ha fått med meg nå og der er det en formel, den skal jeg sikkert bruke nå, og så prøver jeg å få det til."*

Det han var mest misfornøyd med med foreleser og PRS var at han ofte gikk videre etter et spørsmål uten å forklare noe særlig. Selv om det var ganske mange som hadde fått det til, var det veldig mange som ikke hadde riktig.

Generelt mente Erlend at bruken av klikkerne hadde ført til at han ble flinkere til å tenke som en fysiker fordi spørsmålene gikk mer på forståelse og intuisjon enn på pugging av formler.

Erlend 3: *"Ja, det tror jeg. Jeg tror kanskje ikke så veldig god hjelp i det å regne oppgaver, men sånn å ha glede av fysikk i hverdagen holdt jeg på å si, eller sånn på en måte å tenke sånn som han vil at vi skal tenke, tror jeg det har vært til hjelp. At jeg på en måte lettere ser fysikken i ting rundt meg fordi vi liksom har jobbet med dagligdagse spørsmål."*

Dermed ville han også anbefale dette systemet til andre kurs, men det er nok ikke alle kurs det ville egnet seg like godt i. Det er også forutsatt at de som skal bruke det gjør en like god jobb

som Erlend mener foreleser gjorde i dette kurset med å forberede seg og finne de riktige spørsmålene.

På spørsmålet om det å være aktiv med klikkeren tilsvarer en obligatorisk oppgave, svarte han:

Erlend 3: *"Ja, på en måte, eller sånn. Jeg tror man lærer mye mer av det enn en oblig, men hvis målet er arbeidsmengde så er det veldig mye greiere å bare klikke enn å skulle sette seg å jobbe med noe."*

Oppsummeringen til Erlend var at han likte fysikk, men mekanikk var ikke det han var mest interessert i. Han synes det virket som det ville bli mye repetisjon fra videregående, men han oppdaget etter hvert at det trengtes fordi det egentlig var vanskelig.

Erlend jobber helst ikke mer enn nødvendig, men det ser ut til å være nok. Forelesningene og å regne oppgavene som settes opp er det som er viktigst for ham. I forelesningene er han stort sett fornøyd med foreleser og PRS. Det som er negativt, er at foreleser av og til går litt fort fram og har litt liten forklaring etter litt for mange spørsmål. Bortsett fra dette var han svært fornøyd med hvordan foreleser brukte PRS og hvordan spørsmålene var. Han mente de klargjorde det som nettopp var gjennomgått, var en forberedelse på eksamen og bidro til at de lærte å tenke som en fysiker på grunn av sin kvalitative natur.

I likhet med de andre var også Erlend overrasket over eksamen og mente han hadde lest på litt andre ting enn det som kom, men resultatet ble likevel bra.

4.6.4 Morten

Morten var en FAM-student og var dermed på vei til å bli en fysiker. Han var positivt innstilt til PRS som undervisningssystem fordi han mente det ville hjelpe ham til å følge med i forelesningene på grunn av at det ville bli gode avbrekk i undervisningen.

Morten 1: *"Det er fort gjort å sovne da på andre forelesninger, selv om man synes at stoffet er interessant, så bare blir man veldig trøtt. Hvis man da har noe å gjøre og følge med på, være litt interaktiv da, så vil jeg tro at det er veldig positivt."*

For å lære seg fysikk liker Morten å lese og regne, og så går han gjerne på forelesning for å få litt hjelp, men i forkant av dette kurset så hadde han på grunn av PRS forventninger om at han kanskje kunne få inn mer av pensumstoffet på forelesningene også. I senere intervjuer innrømmet han at denne planen ikke gikk så veldig bra. Han hadde hatt for mye å gjøre. Så det var på forelesningene han hadde lært mest selv om han også hadde fått noe både fra gruppeundervisning og spinnturen. Spinnturen er en sosial og faglig tur som blir arrangert for nye studenter på Universitetet i Oslo for at de lettere skal komme inn i det som regnes som nytt og vanskelig stoff fordi man ikke har hatt det på videregående.

Morten 2: *"Jeg går på forelesninger. ☺ Eller jeg leser altfor lite. Jeg deltar i en del andre, hva skal jeg si, ikke studieaktiviteter, men sånne foreninger og sånn som jeg har brukt altfor mye tid på i det siste, så jeg ligger nok ganske langt etter. Det kan jo bli litt dumt mot eksamen."*

Han liker også å samarbeide med andre, både når det gjelder å løse innleveringsoppgaver og for å svare på klikkerspørsmål.

Morten 3: *"Vi samarbeida og hjalp hverandre en del, så. Vi fikk nå løst det til slutt. Så jeg fikk vel sånn midt på treet på prosjektoppgaven. Så for så vidt fornøyd med det."*

Når det gjelder regnegruppene er Morten stort sett fornøyd. Han har ikke vært på alle, men han sa at de hjalp ham til å få regnet de oppgavene som var satt opp, og det at de diskuterte en del og var aktive på gruppen mente han at hjalp på intuisjon.

De obligatoriske oppgavene, midtveiseksamen og avsluttende eksamen var han derimot ikke så fornøyd med. Han sa det ble for mye arbeid på de obligatoriske oppgavene mens midtveiseksamen følte han at var litt useriøs fordi han ikke kunne se at den telte noe og mest bare ble en *"prøveeksamen"*. Han så derimot fordelen med dem med det at de da måtte lese og jobbe en del underveis og ikke vente med alt til like før avsluttende eksamen.

Morten 3: *"Jeg er mest opptatt av de obligene og midtveiseksamen da at jeg synes den første obligen vi hadde også da var veldig, vi måtte liksom bruke veldig lang tid på å tolke selve oppgaven i stedet for at jeg synes obligene skal være ganske korte og ta for seg det vi har lært uten at vi må tenke så veldig mye da på en måte, men han ønsker jo at vi skal lære en del av de obligene da for så vidt, og det er jo greit nok, men de er vel mer ment for at vi skal komme oss opp på et visst nivå i løpet av visse tidspunkter, akkurat som midtveiseksamen egentlig. Så vi ikke bare skal vente helt til eksamen med å lese noen ting. Så derfor synes jeg den, det ble for mye arbeid da."*

Han leste en del i forkant til avsluttende eksamen, men han mente selv at han var ineffektiv siden han ikke hadde fått til eksamenen som han ønsket.

Morten 3: *"Ja, bare eksamen. Generelt så har jeg nok egentlig lært en del. Må bare få det litt ordentlig inn."*

PRS er fremdeles et positivt system som ble tatt godt imot. Han var ganske klar på at foreleser ofte gikk for fort videre og det dermed ville være mange som ikke fikk det med seg, men ellers var det greit. Han mente det var vel anvendt tid fordi det var greie spørsmål om det de skulle lære seg og han tror han lærte mer i kurset på grunn av dem. Derfor ville han også anbefale systemet til andre kurs, spesielt store kurs der det var vanskelig for foreleser og studenter å ha kontakt.

Morten 3: *"Ja, for så vidt. Hvertfall de store kursa hvor det er ikke så tett kontakt med foreleser da når man har en 70-80 studenter som sitter der, så da passer det veldig fint å bruke noe sånt for å få litt mer kontakt med foreleser på en måte. Eller med studentene."*

Morten var litt mer usikker enn de andre på spørsmålet om det å være aktiv med klikkeren tilsvarte en obligatorisk oppgave, men hvis klikkeren gjorde at studentene møtte opp på forelesning, var han ikke i tvil.

Morten 3: *"i arbeidsmengde tilsvarer det nok kanskje ikke, men hvertfall i, eller du får mer læringsutbytte av å møte opp på alle forelesningene, men hvis du møter opp på noen forelesninger og gjør oblig 3, så, jeg vet ikke jeg. Jeg vet ikke helt hva den gikk ut på heller ☺"*

Oppsummert har vi at Morten ønsket å drive med fysikk, men var ellers usikker på fremtiden. For å lære seg noe pleide han å lese i læreboka og regne oppgaver. Forelesningene mente han var mest for hjelp, men på grunn av PRS var han mer positiv til at han kanskje kunne lære noe av pensum der og. Tradisjonelle forelesninger så han på som kjedelige, og han kunne risikere å sovne selv om stoffet som ble forelest egentlig var interessant. PRS ville bidra til gode avbrekk. Han fikk imidlertid altfor mye å gjøre utenom studiene og lå derfor etter underveis. Ved å samarbeide med andre og bruke mye tid på å lese før eksamen, syntes han likevel kurset gikk ganske greit, men han var i likhet med alle de andre skuffet over eksamen.

Han så ikke ut til å se så store fordeler ved å være aktiv med klikkeren utover det at studentene ble aktive på forelesningene og dermed ville lære mer. Men dette var likevel nok til å anbefale systemet til andre store kurs.

4.6.5 Stian

Stian var også en FAM-student og på vei til å bli en fysiker. Han var i likhet med de andre positivt innstilt til PRS og så frem til forelesningene.

Stian 1: *"folk kommer til å engasjere seg litt mer i forelesningene. Og... jeg tror det kommer til å hjelpe egentlig, på hvor godt jeg lærer. Hvertfall meg."*

For å lære seg fysikken ønsker Stian å lese, regne oppgaver og følge med på forelesninger.

Stian 1: *"Først blir det vel å lese teorien, så pr... og til jeg føler jeg forstår den, så... gjøre oppgaver... så mye jeg kan og... ja, sørge for at jeg kan det."*

Men det ble, i likhet med flere andre her, ikke helt som han hadde sett for seg. Også han fikk for mye å gjøre, og det ble forelesningene som ble det viktigste den første tiden.

Stian 2: *"Jeg får fortsatt med meg alle forelesninger og jeg begynner å komme i gang med å lese ☺. Jeg har fått lest en del nå, men, ja, jeg kommer meg."*

Stian 2: *"Nå har jeg begynt å se på dem og jeg har regnet et par, men jeg må fortsatt jobbe litt mer merker jeg."*

Han var stort sett fornøyd med forelesningene bortsett fra at han syntes foreleser gikk for fort fram, både når det gjelder teori og når det gjelder forklaring av klikkerspørsmål. Her var han enig med de fleste andre i at det var så mange som hadde svart feil at foreleser burde gått gjennom flere. Da han gikk gjennom spørsmålet, var det akkurat passe både med bruk av tid og hva han forklarte. Han hadde innsett at det er mye stoff som skal gjennomgås i det brede begynnerkurset og skjønnte derfor at det kunne være vanskelig å få med alle.

Stian 2: *"Jeg tror ikke han har tenkt å ha masse kjempetrege forelesninger på slutten, så det er vel en grunn til at han går gjennom ting sånn som han gjør. Men han forklarer ting bra. Alltid morsomt når han forklarer spinn og sånn ☺ (uklart)"*

går veldig fort fram, men det er noe vi må leve med når vi må lære alt det vi må.”

Stian var ganske fornøyd med de obligatoriske innleveringene og eksamenene. De obligatoriske innleveringene måtte han jobbe mye med, og den siste ble det også dårlig tid på fordi det var noe annet som skjedde, men han ble fornøyd. Midtveiseksamen gikk så bra at han ble litt beroliget, noe han følte at han ikke burde være siden han hadde lest så lite som han hadde. Den avsluttende eksamenen sa han at var vanskelig, men gikk relativt greit.

Stian 2: *”Vi fikk jo vite at denne her skulle gi oss et lite inntrykk av hvordan det var så jeg synes, jeg var litt sånn bekymra for han sa det at dere kommer til å være kjempestressa, men jeg synes det gikk egentlig ganske greit med tanke på tid, så nå er jeg litt beroliget, noe jeg antakelig vis ikke burde være ☺. Men jeg skal prøve å unngå et skikkelig skippertak (uklart) Så skal jeg hente meg inn best mulig og få lest mest mulig av det vi skal ha snart i løpet av påsken og så prøve og holde tritt med det vi gjør. Prøve ☺”*

Generelt var Stian fornøyd med kurset med tanke på at han ikke hadde fått jobbet så mye han kanskje ønsket. Han mente det gikk bedre enn han hadde ventet.

Stian 3: *”Fikk tatt meg sammen til slutt. Jeg tror det gikk greit.”*

Han kunne riktignok ha ønsket seg bedre tid fordi det var så mye å lære, men han mente at forelesers bruk av PRS hjalp fordi det fikk studentene til å følge med og tenke gjennom stoffet. Han mente det var gode og riktige spørsmål. Studentene fikk øvet seg på å tenke fort, noe han i likhet med Lars mente var veldig bra, og han mente, igjen i likhet med andre, at det var forståelsen som ble styrket mest. Derfor ønsket han at flere av de kursene han tok videre ville bruke samme opplegg, og han mente at kurset hadde bidratt til at han var blitt mer motivert for å lære fysikk.

Stian var også litt usikker på om det å være aktiv med klikkeren tilsvarte en obligatorisk oppgave, men hvis klikkeren gjorde at studentene møtte opp på forelesningene, noe han mente gjaldt for hans del, så ville det være like bra. All tiden som ble brukt til å svare på klikkerspørsmål mente han tok lenger tid enn å gjøre en obligatorisk oppgave, men siden det ble spredt over semesteret i stedet for å være på slutten, var det likevel positivt.

Stian 3: *”Det har jeg ikke tenkt så mye på egentlig ☺. Men det er vel... litt mer tid som blir brukt ved hjelp av klikkerne føler jeg. Jeg tror jeg kunne vært, veldig lett blitt litt sånn slapp og ikke gått på forelesninger. Men det (uklart) som det er noe i det at vi kan slippe en oblig sånn nærme eksamenstid hvor de fleste foretrekker å øve og sånn.”*

I en oppsummering kan vi se at Stian og Morten på flere måter var ganske like. De ønsket å jobbe med fysikk, men var usikre på fremtiden. Stian ville også lese, regne og følge forelesningene for å lære fysikken, men han fikk også for mye å gjøre underveis slik at han ble hengende etter. Stian fikk også lest en god del på slutten og ble da relativt fornøyd med kurset. Begge fikk et moderat eksamensresultat.

Stian var også positiv til PRS og mente studentene kunne lære mer fordi det fikk flere av dem til å i det hele tatt møte på forelesning. De ble også øvet i å tenke fort som jeg vil si har mye å

gjøre med å tenke som en fysiker. Foreleser var han også svært fornøyd med og syntes han hadde gode forklaringer. Det som var negativt var at alt gikk litt fort, og da nevnte han også at foreleser gikk gjennom for få av klikkerspørsmålene i etterkant. Han var imidlertid den eneste som sa at det sannsynligvis var nødvendig fordi det er så mye som skal dekkes i dette kurset.

5 Diskusjon

5.1 Studentenes syn på fysikk

Da jeg spurte studentene om fysikk som fag, kom det ganske klart frem at de likte fysikk. Det er et vanlig resultat blant fysikkstudenter eller fysikkelever. (Se for eksempel Angell, Guttersrud et al. 2004; Nordby 2008). Hvis man spør andre studenter som ikke studerer fysikk, vil man i følge Angell, Guttersrud, Henriksen og Isnes (2004) få et helt annet resultat. At fysiske lover styrer verden rundt oss, var det studentene jeg intervjuet fant mest fascinerende og interessant. Ved å lære fysikk, vil de forstå mer av hvordan naturen oppfører seg.

En annen ting de likte med fysikk, var at de kunne bruke matematikken til noe. Men det var også det som gjorde fysikk vanskelig. De mente for eksempel at det var vanskelig å koble det matematiske til en konseptuell forståelse. Som Dolin (2002) sier må studentene håndtere flere representasjonsformer samtidig. Det vil si at studentene må se på det som fysisk skjer, kjenne de fysiske begrepene rundt det, se de matematiske formlene som beskriver fenomenet og forstå grafene som hører til.

Studentene jeg intervjuet så på universitetsstudier i fysikk som en teoretisk utdanning der de måtte jobbe en god del for å henge med. De opplevde dette også som smalere og vanskeligere faglig sett enn det de hadde opplevd fra videregående skole.

5.1.1 Mekanikk

Selv om studentene likte fysikk, var de litt delte i meningene om mekanikkdelen av fysikken. Erlend sa tidlig i kurset at det ikke var det han syntes var mest spennende mens for eksempel Morten sa at det var newtonsk mekanikk han likte best fra videregående. Lars sa det var så lenge siden han hadde hatt noe særlig teori, så han syntes det var vanskelig. Mye av grunnen til dette kan være at de fysiske lovene ofte strider mot hverdagsforestillingene som jeg har nevnt tidligere.

Mekanikk er det første temaet fysikkstudenter møter når de skal studere fysikk, og det er grunnleggende for mye av den videre fysikken. Studentene har også hatt mekanikk på videregående skole, men det er likevel vanskelig på den måten at det er få studenter som har en god konseptuell forståelse. Forestillinger har, som Halloun og Hestenes (1985a) sier, mye å si. De opprinnelige forestillingene legger grunnlaget for den forståelsen og de oppfatningene studentene har rundt temaene de møter i undervisningen. Dette er spesielt aktuelt i mekanikken siden alle har en oppfatning av temaene som tas opp der som for eksempel bevegelse, krefter og energi. Det skal svært mye til for å endre på disse oppfatningene. Hvis disse oppfatningene endres, oppnår man det som i faglitteraturen kalles *conceptual change*. Dette har vært et viktig poeng i konstruktivismen i lang tid (Se for eksempel Driver and Scanlon 1988; Driver, Asoko et al. 1994; Duit and Treagust 2003), men det er fremdeles aktuelt (Se for eksempel Mortimer and Scott 2003).

Halloun og Hestenes (1985a) påpeker at studentene holder på meningene sine så lenge som mulig. Hvis det er noe de ser at ikke stemmer med disse alternative forestillingene, ser de på dette som et annet tilfelle der andre regler gjelder.

5.2 Arbeidsmetoder

For å lære seg fysikk ønsket alle studentene jeg intervjuet å gjennomføre så mye som mulig av det opplegget som var lagt opp av foreleser. Altså å følge forelesninger, regne oppgaver, lese i læreboka og delta på gruppeundervisning. Det var riktignok ikke alle som var villige til å ofre like mye for å holde tritt med kurset, men det var det de så for seg at måtte gjøres for å lære fysikken. I ”Idéhefte om læringsstrategier i realfag” (Angell, Handal et al. 2006) legges det spesielt vekt på å regne oppgaver. Dette er et hefte til studenter som skal studere matematikktunge realfag ved Universitetet i Oslo og er laget på bakgrunn av en studie om førsteårsstudenten, frafall og studieteknikk. En av studentene som var med i studien sa også at det var viktig å jobbe med de oppgavene han eller hun ikke forstod fordi det da var mulig å lære noe da forklaringen ble gitt.

”Og spesielt det å ha gjort et reelt forsøk på oppgavene før de gjennomgås, var veldig avgjørende.” (Angell, Handal et al. 2006, p. 3)

Det å ha tenkt på og jobbet med det som oppleves som vanskelig for å være mottakelig for en forklaring og eventuelt klar for å stille spørsmål, støttes også av Meltzer og Manivannan (2002). Elby (1999) påpeker at studenter ikke nødvendigvis jobber for å forstå fysikken, selv om de jobber for å få en god karakter.

”The results indicate that students perceive “trying to understand physics well” to be a significantly different activity from “trying to do well in the course.”” (Elby 1999, p. 52)

Studentene Elby hadde snakket med, mente de ønsket å bruke tiden på å regne mange kvantitative oppgaver slik at de ville gjøre det bra på den testen de forventet å få. De innså likevel at dette ikke var optimalt for å forstå fysikken, og noen innså også at det ikke ville være optimalt for å gjøre det bra på lang sikt.

Lars var den studenten som brukte mest tid på å regne mange oppgaver, og han likte konseptuelle oppgaver. Han var også klar på at det var viktig å forberede seg før forelesningene. Dette var også forelesers intensjoner for hvordan studentene skulle få mest mulig ut av forelesningene, og det passer bra med det Mazur (1997) sier i boka si. Der forteller han fra begynnelsen av sin undervisning der han foreleser ut fra gode forelesningsnotater som han etter hvert gir ut til studentene sine. På forespørsel ga han senere ut disse i forkant, men da var opplevelsen for studentene at de fikk lite igjen for forelesningene fordi han bare sa det som sto i notatene. Etter dette skjønte han at studentene kanskje heller kunne lese selv i forkant, så kunne de gå gjennom litt andre ting i forelesningene, og det var dette som utviklet seg til *Peer Instruction*. Hilde kom i andre intervju med et ønske om at foreleser i begynnelsen av en forelesning skulle repetere noe fra den forrige forelesningen, men det kan være dette behovet kunne blitt dekket dersom hun hadde brukt mer tid selv på å forberede seg.

Hvordan studentene jobber for å lære seg faget avhenger av de læringsstrategiene som de har opparbeidet seg gjennom utdannelsen. Skolene skal legge til rette for at elever utvikler egne læringsstrategier (Utdanningsdirektoratet 2007), men Kjærnsli et al. (2004) kan fortelle at norske ungdommer har et lite repertoar av slike strategier. Mange studenter trenger hjelp til å velge læringsstrategi, og da er de ytre betingelser som foreleser, undervisningsopplegg og lesestoff viktige veiledere (Guttersrud 2008). Siden dagens forskning uttrykker at det er

ønskelig med en bedre konseptuell forståelse i stedet for å pugge formler (se for eksempel Mazur 1997), vil det å bli ledet inn på ønsket tankegang av de konseptuelle klikkerspørsmålene være en hensiktsmessig ytre påvirkning. Videre må studentene selv velge om de vil følge opplegget for kurset som er satt av foreleser som å regne oppgaver, forberede seg til forelesningene og delta i diskusjonsgrupper (se kapittel 1.3).

5.3 Om undervisning

Studentene mener tradisjonell undervisning der foreleser sier det samme som står i boka, er kjedelig. De mener og at de lærer mye mer hvis de selv kan være aktive. Dette passer bra med det meste av nyere forskning som for eksempel sier at studenter kan svare riktig på tradisjonelle eksamensspørsmål og fullføre et tradisjonelt kurs uten å forstå de grunnleggende fysiske konseptene eller lære de nyttige problemtilnæringsmetodene man har i fysikk (Wieman and Perkins 2005). Wieman og Perkins mener også at det kun er 10% som sitter igjen etter 15 minutter av det som er gjennomgått tidligere i en tradisjonell forelesning. I forbindelse med dette kom de med et eksempel med lyd og fiolin.

"After explaining the physics of sound in our usual incredibly engaging and lucid fashion, we brought a violin into class. We explained how, in accordance with the physics we had just explained, the strings do not move enough air to create the sound from the violin. Rather, the strings cause the back of the violin to move via the soundpost, and thus it is the back of the violin that actually produces the sound that is heard." (Wieman and Perkins 2005)

Etter 15 minutter stilte de et flervalgsspørsmål om hvor lyden fra en fiolin ble produsert, og det var bare 10% som svarte riktig.

Selv om mange mener at det skjer lite læring i en tradisjonell undervisning, tror flere det er mulig å legge opp undervisningen slik at studentene lærer mer. Dette passer med studentenes inntrykk av at de lærer mer av selv å være aktive. Hestenes, Wells og Swackhamer (1992) er noen av dem som mener at det studentene lærer i en tradisjonell forelesning er deres egen fortjeneste og ikke kommer fra undervisningen.

"This gloomy assessment is not intended as a wholesale indictment of the many dedicated and competent physics teachers. It does tell us, though, that effective instruction requires more than dedication and subject knowledge. It requires technical knowledge about how students think and learn. (...) The good news is that this can make a difference! The bad news is, there are no quick fixes!" (Hestenes, Wells et al. 1992, p. 142)

Coburn (1996) refererer til Posner, Strike, Hewson og Gertzog (1982) når han sier at studenter konstruerer vitenskapelige kunnskaper om fysiske fenomener hvis de blir overbevist om at dette er mer fruktbart enn deres eksisterende forestillinger.

"The basic idea of science instruction for conceptual change, that is the conceptual change model, is simple. It is based on the constructivist notion that all learning is a process of personal construction and that students, given an opportunity, will construct a scientifically orthodox conception of physical phenomena if they see that the scientific

conception is superior to their pre instruction conception (Posner, Strike et al. 1982)."
(Cobern 1996, p. 581)

Det kan se ut til at studentene jeg intervjuet er enige i det fordi de mener det er veldig viktig at foreleser forklarer godt. De vil ikke skjønne eller huske hva de har gjort eller sett i en oppgave hvis de ikke skjønner fysikken bak.

Stian 1: *"sånn forklaringen sånn at man faktisk forstår ting i stedet for at det bare er en formel på et ark. Det hjelper."*

5.4 Hvordan kan bruken av PRS bidra til læring?

Active Physics og interaktiv undervisning er tiltak som er tatt i bruk for å øke læringen til studenter i nyere tid. De som tar slike virkemidler i bruk har en tro på at riktig aktivitet fra studentenes side er med på å øke deres evne til å konstruere kunnskap. Men studentene må fremdeles ønske å lære og være villige til å prøve å forstå for at det skal ha noen virkning. Det hjelper ikke å bare "være med på leken".

Overført til dette kurset kan vi si at foreleser stiller konseptuelle spørsmål som studentene svarer på. Det er opp til studentene om de ønsker å bruke dette til noe. Hvis de for eksempel bare teller riktige svar, kan de i beste fall bare se hvor godt de ligger an. Hvis de heller bruker dette konstruktivt til å se hva som er vanskelig for dem, og diskuterer seg imellom og prøver å forstå forelesers forklaring i etterkant, vil de ha mulighet til å lære noe, eller i det minste se hva de bør lese mer om og hva slags oppgaver de må øve mer på.

Foreleser oppfordret også studentene til å forberede seg til forelesningene. Grunnen til dette var at de kunne forstå mer av hva som ble sagt på forelesning, og at ikke foreleser trengte å bruke så lang tid på å forklare ting. Hvis studentene er innstilt på hva som kommer og er kjent med terminologien, kan foreleser forklare og eventuelt komme med noen eksempler eller forsøk. Han kan også stille konseptuelle spørsmål slik at studentene får mulighet til å teste sin forståelse og eventuelt se hvor det trengs øving.

Alle disse momentene kan også ses på som hint til studentene om fruktbare læringsstrategier som kan gi en bedre forståelse av fysikken.

Meltzer og Manivannan (2002) sier at de fleste studenter ikke klarer å ha en aktiv læring av seg selv fordi det er vanskelig å se hvor svakhetene er hvis de ikke blir utfordret. Studentene vet heller ikke hvilke spørsmål de skal stille. Meltzer og Manivannan (2002) refererer til Hake (1998) når de sier at;

"interactive engagement (IE) has been used to describe the type of physics instruction that most effectively engenders active learning through discussion with peers and/or instructors." (Meltzer and Manivannan 2002)

De sier også at i tillegg til å forbedre læringen til studenter som ikke er *"natural active learners"* forbedres læringen betydelig hos de beste studentene. De refererer da til Thompson et al. (1998) og Cummings et al. (1999). PRS er en god mulighet for å øke *interactive engagement* i store grupper fordi alle kan delta på alt, foreleser får effektivt svar fra mange og

studentene får umiddelbart tilbakemelding på om de hadde riktig eller galt og om det var mange som svarte riktig eller galt.

Med PRS vil studentene kunne få mulighet til å se svært tidlig i undervisningen hvor problemet ligger. De trenger ikke vente helt til de gjør oppgaver selv en stund senere. Problemer som oppdages kan da diskuteres med medstudenter når de holder på med klikkerspørsmål, eller de kan spørre foreleser i plenum, i en pause eller like etter forelesningen.

Førsteintrykket til studentene var svært positivt da de ble introdusert for PRS. De mente det ville gjøre forelesningen mer spennende, og ved å delta selv og få mulighet til å få noen tilbakemeldinger ville de lære mer. Kanskje kunne de også lære å tenke som en fysiker.

Lars 3: *”de aller fleste som kommer rett fra videregående, de er vant til å pugge formel, og så er de ikke vant til å se formel i forhold til intuisjon, og det er et problem for veldig mange. Det har jeg sett.”*

Mazur har selv brukt mye flervalgsspørsmål i sin undervisning. Dette begynte i 1991, og siden den gang har han sett en stor forbedring i studentenes konseptuelle forståelse. Dette har han sett på sine egne eksamener der han hadde både kvalitative og kvantitative oppgaver i tillegg til at han viste det ved å bruke mekanikktester. Han har brukt både FCI og *the Mechanics Baseline Test* fra Hestenes (Hestenes and Wells 1992; Hestenes, Wells et al. 1992). Undervisningsmetoden fokuserer på kvalitative oppgaver og konseptuell forståelse, og studentene viser etter en slik undervisning klare forbedringer på FCI som også fokuserer på det kvalitative. Det ser likevel ikke ut til å gå på bekostning av evnen til å regne vanskelige oppgaver fordi det også var en liten forbedring på *the Mechanics Baseline Test* som inneholder mer kvantitative oppgaver. Studentene kan altså lære seg det utenom forelesningene (Crouch and Mazur 2001).

5.5 Hvordan fungerte PRS i det undersøkte mekanikkurset?

5.5.1 Hvordan bruker foreleser PRS?

I dette kurset hadde foreleser i gjennomsnitt mellom 5 og 6 klikkerspørsmål hver forelesning ved siden av teori, oppgaveregning på tavla og forsøk. Da var det gjerne slik at han først snakket litt om et tema. Deretter ga han studentene et par klikkerspørsmål for at han og studentene kunne se hvor mye de hadde forstått. Noen regneeksempler kunne han vise på tavla for at studentene skulle ha sett hvordan det ble gjort av en som kunne det og hvordan det var ønskelig at studentene skulle gjøre det selv. Men for at dette skulle bli fruktbart, måtte de selvfølgelig regne mange lignende eksempler selv senere, og da gjerne på gruppe slik at de kunne diskutere eller få hjelp. Forsøkene gjorde foreleser foran i auditoriet. Da ble studentene ofte bedt om å gjette hvordan utfallet ble ut ifra teorien de allerede hadde vært innom. Forsøkene kunne også gjøres for å vise hvordan det så ut i praksis.

Denne undervisningsformen har likheter med flere ulike undervisningsformer som er omtalt tidligere i denne oppgaven. Den er inspirert av *Peer Instruction* fra Mazur (1997), og det kan vi se fra de korte periodene med gjennomgang av teori etterfulgt av klikkerspørsmål. Foreleser oppfordrer også studentene til å forberede seg med å lese litt i forkant om det de skal snakke om i den aktuelle forelesningen. Men i dette kurset ser vi mer gjennomgang oppe

ved tavla som gjennomregning av eksempler og gjennomføring av forsøk, og det ser også ut til å være mindre diskusjon blant studentene enn hos Mazur. Mazur stiller først spørsmålet slik at studentene kan svare for seg selv for deretter å følge opp med diskusjon og det samme spørsmålet en gang til. Foreleser i dette kurset oppfordrer generelt til diskusjon, og man hører gjerne litt summing blant studentene første gang spørsmålet stilles.

Active Physics er også en metode som har likhetstrekk med denne fordi studentene er mer aktive enn i en tradisjonell forelesning. Dersom studenter ønsker å lære i tillegg til å være aktive med stoffet, har de i følge Carlone (2003) bedre forutsetninger for å konstruere kunnskap.

I tillegg ser vi likhetstrekk med tradisjonell undervisning fordi alle elementer fra denne fremdeles er tilstede i forelesningene.

Det som er karakteristisk for denne bruken av klikkerspørsmål, er at foreleser veldig ofte forklarer hvorfor riktig svar er riktig. Dette kan være fruktbart med tanke på det Meltzer og Manivannan (2002) sa. De mente studenter er mottakelige for en forklaring fra foreleser etter de har prøvd å løse en oppgave selv, diskutert litt og forsvart sine meninger. Da har de jobbet mye og aktivt og gravd i sine egne forestillinger slik at de har forutsetninger til å endre sin konseptuelle forståelse. Hvis studentene i dette kurset har tenkt nok på problemet ved å løse en oppgave og eventuelt diskutert med sidemannen, kan de være mer mottakelige for en forklaring enn hvis foreleser hadde sagt det samme uten denne forberedelsen.

Blant klikkerspørsmålene var det noen enkle spørsmål som de fleste svarte riktig på som viste den nedre grensa for hva studentene kunne. Videre var det noen litt vanskeligere der flest svarte riktig, men det var så mange som svarte feil at det kunne bli gode diskusjoner eller nyttige forklaringer. Det var også noen spørsmål der det nesten ikke var noen som svarte riktig. Her kunne det enten være bare de aller flinkeste som svarte riktig, eller det kunne være at de flinkeste av en eller annen grunn svarte feil. Det kan da for eksempel være at noen som ikke er så flinke svarer riktig ved en feiltakelse. Om de flinke svarer riktig eller galt har jeg sett på ved å bruke en z-skåre som er forklart i kapittel 3.1. Det kan likevel bli fruktbare diskusjoner hvis foreleser tar tak i det som er vanskelig, for da vil forhåpentligvis så mange som mulig lære noe. Ved å stille et lignende spørsmål senere vil vi stort sett se at flere av de flinkeste svarer riktig.

Mazur (1997) sier diskusjonen blir mest fruktbar dersom det er mellom 40% og 80% som svarer riktig. Dette fordi at det må være nok studenter i salen til å argumentere for det riktige svaret, og det vil bli for lite gevinst fra diskusjonen hvis nesten alle svarte riktig. Siden foreleser i dette kurset ikke baserer seg så sterkt på diskusjonen mellom første og andre gang et spørsmål blir stilt, kan også andre resultater godtas. Hvis for eksempel svært mange svarer feil på et spørsmål, kan dette brukes til å sette fingeren på et viktig poeng slik at studentene tydelig ser at dette var noe de ikke hadde forstått.

Studentene jeg intervjuet virket veldig fornøyd med foreleser. De mente han brukte riktige spørsmål til riktig tid, og han var oppmerksom på når studentene var begynt å falle av slik at det ville være fint med et avbrekk. Det de ikke var så fornøyd med, var at han gikk litt fort videre på noen av spørsmålene fordi det var mange som hadde svart feil, og ved for liten gjennomgang ville ikke de få med seg hvordan man burde tenke. Det var riktignok ikke så godt å si om dette var et stort problem fordi de ikke ga inntrykk av at dette gjaldt dem. I en annen sammenheng sa de at hvis de hadde svart feil, fant de ut av hvordan det var etterpå. De

snakket om ”de andre” da de sa at foreleser kunne gå for fort videre uten å få med seg dem som hadde svart feil. Stian kommenterte i den forbindelsen at det var mye som måtte gjennomgås og det dermed da ikke kunne bli så god tid på alt.

Under svarprosessen på et spørsmål kunne foreleser legge til mer tid hvis han syntes det var nødvendig. Det kunne være hvis det fremdeles var mye diskusjon eller det var få studenter som hadde svart. Dersom foreleser var fornøyd med svarfordelingen, fortalte han hvilket svar som var riktig og kunne også forklare hvorfor hvis han mente det var nødvendig. Det gjorde han ganske ofte. Dersom det var færre enn ventet som svarte riktig, kunne han gi et hint, be dem diskutere litt seg imellom og stille det samme spørsmålet en gang til uten å si hvilket svar som var riktig. Han oppfordret generelt til diskusjon, og man kunne stort sett høre litt summing under svarprosessen, spesielt under de vanskelige spørsmålene.

Det med ikke å sette i gang en diskusjon for så å gjenta et spørsmål som mange svarte riktig på, passer bra med det Mazur (1997) sier. Det ser imidlertid ut til at foreleser i dette kurset har en høyere grense for hvor mange som bør svare feil før spørsmålet gjentas. Årsaken er sannsynligvis at studentene allerede har fått muligheten til å diskutere, og foreleser håper det vil være nok med en god forklaring. I intervjuene sies det flere ganger at foreleser er god til å forklare og at studentene klarer å se hvordan de tenkte feil hvis de hadde valgt galt svar. Dette er et svært viktig poeng for at metoden skal være effektiv. Studentene mener altså at de forstår det der og da, men utfordringen blir å huske det. Dette har jeg for lite data til å si noe om.

Diskusjon og argumentasjon fokuseres mye på i dagens forskning og regnes som et viktig element for å lære fysikk (Driver, Newton et al. 2000; Mortimer and Scott 2003). PRS er en god mulighet for å ta dette i bruk. Foreleser kan sette i gang diskusjoner, og ved å få svar fra klikkerne, kan han eller hun se hva studentene er kommet frem til.

5.5.2 Hvordan bruker studentene PRS?

Studentene var fornøyd med ordningen med at de kunne låne klikkeren på biblioteket og levere den tilbake når semesteret var ferdig. De virket også seriøse i bruken og ønsket å lære. Datamaterialet fra klikkerne viste at mange studenter brukte klikkeren sin mye, og det så ikke ut til å være mye tilfeldig trykking. Fra spørreskjemaundersøkelsen ble det klart at studentene nesten alltid svarte på klikkerspørsmålene når de først var på forelesningen. Fra intervjuene kunne jeg vite at studentene gjorde en innsats for å svare godt og ønsket å skjønne hva de hadde tenkt feil hvis de svarte feil. Dersom studentene ønsker å lære, kan det å svare feil føre til at de ser hvor problemet ligger slik at de kan ta opp igjen dette temaet på egenhånd i sitt videre arbeid.

Det ser altså ut til at fysikkstudenter ønsker å lære, og det passer bra med det Carlone (2003) finner. Elevene hun så på så ut til å delta aktivt i timene og jobbe hardt med å konstruere kunnskap. De sa også at de syntes Activ Physics-klassen var en enklere og morsommere måte å lære fysikk på enn den tradisjonelle klassen.

Foreleser hadde lagt opp til og ønsket at studentene skulle forberede seg til forelesningene ved å lese om det de skulle snakke om, noe som også anbefales av for eksempel Mazur (1997) og Angell et al. (2006). På bakgrunn av intervjuene ser det ikke ut til at det er så veldig mange som forbereder seg.

Studentene var stort sett veldig fornøyde med systemet og måten foreleser brukte det. Dette kommer jeg tilbake til i neste kapittel. Erlend har en beskrivelse av hvordan han kunne bruke PRS:

Erlend 2: *"det har vært noen ganger hvor jeg på en måte ikke har hengt helt med på det han har sagt når han har gått gjennom ting, men så kommer det et klikkerspørsmål, og da må jeg liksom lete på tavla etter hva er det han vil at jeg skal ha fått med meg nå og der er det en formel, den skal jeg sikkert bruke nå, og så prøver jeg å få det til."*

Dette kan gi et bedre innblikk i hva en formel betyr og hjelpe studentene til å ta i bruk flere representasjonsformer på samme fenomen. Det passer bra med hva Dolin (2002) anbefaler. Det kan også føre til at studentene tenker grundigere gjennom et fenomen slik at de vil ha større mulighet for å forstå bedre. Dette ligner på noe av det Meltzer og Manivannan (2002) anbefaler.

Hilde hadde en kommentar i tredje intervju om at det var litt liten svartid på noen klikkerspørsmål.

Hilde 3: *"Noen ganger skulle jeg ønske at det var litt lengre... det er vanskelig å lese og tenke på spørsmålene samtidig, for det går så fort liksom, så da blir du helt sånn... så noen ganger svarer jeg bare et eller annet uten å ha tenkt gjennom hva det er for noe, og så finner jeg ut hva det er etter hvert"*

Dette vitner om at forståelsen ikke er helt inne enda, og hun har heller ikke en fullstendig og god oversikt over stoffet. Det kan da tenkes at PRS ikke fungerer optimalt selv om hun mener at hun forstår forklaringen som kommer etterpå. En god forklaring vil i følge Wieman og Perkins (2005) ikke alene være nok for at studentene skal huske og ha lært.

5.5.3 Hva er studentenes vurdering av nytten av PRS?

Ved å observere selv så det ut til at systemet fungerte veldig bra og var godt integrert i forelesningen, og det så ut til at de aller fleste studentene var ivrige under klikkerspørsmålene. I intervjuene uttrykte studentene at de både var svært optimistiske i forkant og totalt sett veldig fornøyde i etterkant. Det at studenter er fornøyde med en alternativ undervisningsstil er et hyppig resultat. De ønsker å være aktive, de ønsker variasjon og de ønsker å lære (Guttersrud 2001; Carlone 2003; Nordby 2008).

Den nytten alle studentene umiddelbart så, var at systemet ville bidra til at studentene deltok mer i undervisningen. De mente det ville bidra til aktivitet og gode avbrekk som gjorde at det var lettere å følge med. Studentene jeg intervjuet sa at ved å se klikkerspørsmålene som handlet om det de nettopp hadde gått gjennom i forelesningen, måtte de tenke gjennom det, og fikk dermed også testet om de hadde forstått det. Noen studenter ville også komme på flere forelesninger enn de ellers hadde gjort.

Det å følge med i forelesningene er naturlig nok en fordel for å lære noe. Da studentene sa at de fikk tenkt gjennom stoffet og fikk sett om de hadde forstått det, uttrykker de i likhet med blant annet Sjøberg (1998) og Meltzer og Manivannan (2002) at det er viktig å inkludere sin egen oppfatning for å konstruere kunnskap, og det er viktig å ha tenkt gjennom stoffet utover det å høre en fysiker si hvordan det er.

Fordelen med at studentene fikk direkte tilbakemelding, var også noe flere av dem trakk frem. Lars nevnte også at det at foreleser kunne få tilbakemelding, var en stor fordel. Det ble videre nevnt at foreleser kunne få bedre kontakt med studentene når det var en stor gruppe. Det å få bedre kontakt støttes for eksempel av Hake (1998) som sier at *interactive engagement* er den mest effektive undervisningen.

Et av målene til foreleser med å ta i bruk PRS var at studentene skulle få mulighet til å lære å tenke som en fysiker. Noe av dette så også studentene da de for eksempel sa at de ble øvet i å tenke raskere "*på en fysisk måte*" og at de ble forberedt på å svare på konseptuelle spørsmål som gikk mer på forståelse og intuisjon enn på pugging av formler.

Erlend 3: "*Jeg tror kanskje ikke så veldig god hjelp i det å regne oppgaver, men sånn å ha glede av fysikk i hverdagen holdt jeg på å si, eller sånn på en måte å tenke sånn som han vil at vi skal tenke, tror jeg det har vært til hjelp. At jeg på en måte lettere ser fysikken i ting rundt meg fordi vi liksom har jobbet med dagligdagse spørsmål.*"

Dette henger tydelig sammen med det å få en konseptuell forståelse og nødvendigheten av også å kunne løse konseptuelle oppgaver som omtales av for eksempel Hestenes et al. (1992).

Studentene så altså mye positivt i PRS som system, og de var også stort sett fornøyde med måten det ble brukt. Fra spørreskjemaundersøkelsen ser vi at de aller fleste studentene var veldig fornøyde. I intervjuene ble det for det meste uttrykt tilfredshet. Unntakene var at studentene ønsket seg mer tid fordi det var så mye pensum, og i tillegg syntes Hilde i siste intervju at systemet kunne vært brukt enda mer som en fullstendig undervisningsmetode for å få enda bedre utbytte. Kanskje ønsket hun da en undervisning nærmere den Mazur (1997) beskriver.

5.6 De oppgavene jeg har tatt for meg

I det første pendelspørsmålet er det svært mange som svarer riktig, men det er viktig at foreleser også stiller et vanskeligere spørsmål siden det da viser seg at studentene ikke har en fullstendig konseptuell forståelse av akselerasjon (se kapittel 4.2.1). Det kan da se ut som om studentene deler opp akselerasjonsbegrepet som studenter ofte gjør (se kapittel 2.7.1). I kapittel 2.7.1 har jeg listet opp fire setninger fra Reif og Allan (1992), og den første og fjerde setningen kan veldig godt brukes i det andre pendelspørsmålet. Den første setningen sier at studentene ofte får med seg at en partikkel som beveger seg i sirkelbane vil ha akselerasjonen rettet mot sentrum, men de glemmer at det bare gjelder hvis den har konstant vinkelhastighet. I denne oppgaven blir det tilsvarende distraktor 2. Den siste setningen sier at studentene ofte tror at akselerasjonen er null for en partikkel i ro, og i denne oppgaven blir det distraktor 6.

Det å ha oversikt over hele systemet er vanskelig når det er trinser involvert. Dette problemet har jeg tatt opp i kapittel 2.7.2, og Tao (1999) sier at det største problemet er at studenter ofte ikke bruker Newtons andre lov på hele systemet. Hvis klossen befinner seg på en horisontal flate, blir det relativt enkelt å se at tyngden til loddet er den eneste kraften langs snora, og akselerasjonen til hele systemet må nødvendigvis bli mindre enn g siden den totale massen er større enn den som henger i tyngdefeltet. Eller $\sum F = m_2 g = (m_1 + m_2) a$ som gir at $a < g$. Spørsmålene er gjengitt i kapittel 4.2.2. Det er positivt at de beste studentene svarer riktig etter å ha hørt en forklaring, men det er fremdeles veldig mange som ikke får med seg at

snordraget ikke er tyngden til loddet. Ut fra disse resultatene ser det ut til at studentene har problemer med både å velge system og å skille mellom Newtons 2. og Newtons 3. lov. Dette er et viktig resultat som foreleser bør ta med seg videre i undervisningen.

Når det gjelder spørsmålene om arbeid, ser det ut til at studentene henger seg for mye opp i det de er vant til. Selv om det blir sagt flere ganger at det er arbeidet utført *på* sleden, tenker de fleste på arbeidet utført av traktoren, og ser ikke for seg at friksjon kan utføre arbeid (se kapittel 4.2.3). Det neste eksemplet med berg-og-dal-banevogn handler også om arbeid utført av friksjon, men dette er et eksempel der studentene er vant til å kunne se bort fra friksjon, så her blir det ekstra vanskelig. Hvis de heller ikke ser for seg at friksjon er avhengig av normalkraft, eller er klar over at normalkraften er forskjellig i disse to tilfellene, er det vanskelig å gjette riktig. Det er vanskelig å se på en berg-og-dal-banevogn at den bremses mer i en dump enn over en topp. Da de spesielt ble bedt om å se på normalkraften, gjorde de det bedre.

Spørsmålet om retning på vinkelhastighet og vinkelakselerasjon er stilt to ganger i løpet av semesteret. Som foreleser selv sa, er det usikkert hvor godt egnet et spørsmål som i hovedsak går på fortegn er for å stilles i plenum, men det gir studentene trening. Men vi ser at det er litt flere som svarer riktig andre gangen, og de som svarer riktig andre gangen, er som gruppe flinkere enn de som svarer riktig første gangen. Det lite overraskende resultatet blir dermed også her at de flinke lærer.

I de to siste spørsmålene ser det ut til at de flinkeste studentene har kvadrert det riktige svaret. Dette var spørsmålene som handlet om treghetsmoment i to ulike hjul og hastighet i tyngdefeltet (se kapittel 4.2.5). En del av dem som har svart riktig, tror jeg har tenkt feil, så disse to oppgavene fungerer nok dårlig. Hvis så mange har svart riktig på feil grunnlag at det ikke blir noe særlig diskusjon rundt spørsmålet, kan man risikere at misoppfatningene hos studentene ikke blir oppdaget av verken studentene eller foreleser. Man kan også risikere at de som svarte riktig, men brukte feil metode, tror at deres metode også fører frem. De kan tro at foreleser bare viser en annen metode. Men ser man nøye på disse spørsmålene, ser man at de tar opp vanskelige temaer som må jobbes med fra studentenes side for å få en god forståelse. Her blir det ekstra tydelig hvor viktig det er at studenter som ikke svarer riktig får vite hvordan deres tankegang er gal. Som Halloun og Hestenes (1985a) tidligere har sagt er det svært viktig at misoppfatninger ikke får lov til å bli hos studentene.

6 Konklusjon

Studentene virker totalt sett veldig fornøyde med PRS som undervisningsmetode. De synes det er et kjærkomment avbrekk i undervisningen, og de aller fleste liker både spørsmålene og måten foreleser bruker dem.

Studentene var i følge dem selv mer aktive og fulgte bedre med i forelesningen på grunn av klikkerne. De var også mer tilstede dette semesteret enn de ville vært i en tradisjonell forelesning. Studentene jeg intervjuet mente at det å være aktiv ville øke læringsutbyttet deres. Videre så de en stor fordel i at de fikk testet sin forståelse allerede i forelesningen. Noen av dem sa at de ofte hadde sett at det gikk helt greit å følge foreleser når han regnet et eksempel på tavla, men da de skulle prøve å regne på det selv, oppdaget de at de ikke hadde forstått så mye som de trodde. Ved å løse oppgaver, mente de at de kunne se hvor mye de hadde forstått. Det å få en tilbakemelding med en gang var også veldig positivt. Det ble også nevnt at det ville være en fordel for foreleser å få en tilbakemelding på hvordan studentene lå an. Eneste ulempene de kunne se var dersom det tok for lang tid i forbindelse med det tekniske eller hvis det ville være selve klikkingen som kom i fokus i stedet for fysikken.

Det ble stort sett brukt gode spørsmål. Mange av spørsmålene var hentet fra andre kilder, og foreleser trengte da bare å oversette fra engelsk til norsk. Siden det kan være vanskelig å tenke seg alle svaralternativer som vil være aktuelle for å fange opp studentenes misoppfatninger, er det lurt å bruke spørsmål som allerede er utprøvd. Diskusjonen blant studentene, svarfordelingen og z-skåren viser hvor godt spørsmålene fungerer. Studentene sa også at de var fornøyde med spørsmålene. De mente det var en passelig blanding av enkle og vanskelige spørsmål. Stian sa de kunne hjelpe med *”å rydde opp i vrangforestillinger”* og Erlend mente det var en god forberedelse til eksamen som også inneholdt noen konseptuelle spørsmål.

Utgangspunktet for mange forskere, forelesere og lærere som prøver å endre fysikkundervisningen er at de ønsker en økt konseptuell forståelse hos elever og studenter. Det viser seg at studenter ofte kan svare riktig på relativt vanskelige kvantitative spørsmål, men gjør det dårlig på relativt enkle kvalitative spørsmål. Målet med disse konseptuelle spørsmålene som foreleser stiller er at studentene skal lære å tenke som en fysiker. Da må de ha en konseptuell forståelse av hva det er som skjer og hvilke komponenter som har betydning for utfallet.

Forståelse er altså det viktige. For å oppnå dette må man arbeide selv. Læring foregår ikke ved at den som kan noe overfører sin kunnskap til den som ikke kan det. En undervisning som tar hensyn til studenters opprinnelige forestillinger og hvordan de konstruerer kunnskap kan hjelpe studentene på vei, men de må være villige til selv å delta på det som gir muligheter til kunnskap. Angell et al. (2006) anbefaler diskusjon med andre.

”Når man studerer realfag skal man selv konstruere nye tanker og ideer i sin egen hjerne, forsøke å få på plass ulike løsningsmetoder osv på sin egen ”hard disk”. I denne prosessen er det svært fruktbart å diskutere med andre.” (Angell, Handal et al. 2006, p. 3)

Ved å gi spørsmål med gode distraktorer kan foreleser få et visst innblikk i hvordan studentene tenker. Ved å sammenligne svarfordelingen på de ulike svaralternativene med det som i faglitteraturen har blitt kartlagt som vanlige misoppfatninger, kan man anta at mange av

dem som svarte den distraktoren, tenkte omtrent slik. Ved gode distraktorer bør det ikke være flere veier som fører til samme mål, men det er likevel alltid en fare for at studentene ikke har tenkt nøye nok, hatt en regnefeil, misforstått spørsmålet eller bare glettet. Dersom mange studenter svarer den distraktoren som blir svaret ved en vanlig misoppfatning, kan foreleser likevel anta at mange av studentene har denne gale forståelsen av fenomenet, og ta hensyn til det i sin videre undervisning.

6.1.1 Et forsøk på å svare på forskningsspørsmålet

Siden jeg kun har data fra undervisning i ett semester og har få andre mål på hvor flinke studentene har blitt enn avsluttende karakter som foreleser og sensor har satt, blir det vanskelig å si noe sikkert om hvordan PRS har fungert i forhold til tradisjonell undervisning. Ved å sammenligne med resultatene fra 2005 og 2006 ser vi riktignok at det var færre som strøk i 2007, men ellers ingen store forandringer. Det sier imidlertid ikke nødvendigvis så mye siden jeg ikke vet noe om hvor mange det var som falt fra kurset underveis de ulike årene. Det er også få klikkerspørsmål å sammenligne fra forskjellige tider i semesteret for å se om studentene har lært noe. I de spørsmålene jeg har vist i denne oppgaven kan vi nok se en liten forbedring, spesielt for de flinkeste studentene.

Noe vi derimot tydelig kan se fra dette kurset er at det er en sammenheng mellom karakter og hvor bra studentene gjorde det på klikkerspørsmålene. I kapittel 4.1.4 viste jeg at det er en korrelasjon mellom karakter, hvor mange klikkerspørsmål studentene svarte på og hvor mange prosent av disse svarene som var riktige. Det vil si at de som får best karakter svarer på flest spørsmål og de svarer mest riktig.

Men det er vanskelig å si hva det er som er årsaker til de gode karakterene. Er vi optimistiske med tanke på at PRS bidrar til bedre læring eller forståelse, kan vi si at de som bruker klikkerne mye, klarer å lære det foreleser ønsker at studentene skal lære. Eller enda bedre, at det er de som lærer å svare riktig på konseptuelle spørsmål, som klikkerspørsmålene er, som ender opp med best karakter fordi de da har fått en bedre forståelse. Det kan også tenkes at det er de som jobber mest for å lære seg fysikken, som får best resultat. Disse vil gjerne møte på forelesningene, og dataene tyder på at de som er på en forelesning bruker klikkeren sin. Det kan tenkes at PRS hjelper disse studentene på vei mot en bedre forståelse, men ut fra disse dataene har jeg ikke belegg for å si noe sikkert om det. Man kan også tenke seg at det er de flinkeste studentene som våger å eksponere tankegangen sin eller klarer å dra nytte av PRS som en læringsmetode. Det kan da være at de utvikler mer fruktbare læringsstrategier ut fra hvordan PRS brukes i undervisningen. Ut fra de spørsmålene jeg har sett på, ser det ut til at de flinkeste lærer fordi z-skåren blir høyere for de riktige svaralternativene og lavere for distraktorene.

Ut fra det jeg har sett i arbeidet med denne oppgaven ser det ut til at det var positivt med innføringen av PRS i mekanikkurset. Det kan som system bidra til økt fokus på god læring og undervisning både hos studenter og forelesere. Foreleseren i dette kurset har fortsatt med klikkerne og brukte dem også i 2008.

6.2 Anbefalinger

Etter arbeidet med denne masteroppgaven ønsker jeg å komme med noen ideer til alle som ønsker å bruke PRS i undervisningen, om hvordan det kan utnyttes best mulig.

Den første anbefalinga er å utnytte PRS enda bedre for å få mer diskusjon blant studentene. Studentene jeg intervjuet likte godt å diskutere, og en av dem sa spesielt at hun ønsket mer diskusjon. Svært mye faglitteratur anbefaler også diskusjon og argumentasjon i en læringsprosess (Driver, Newton et al. 2000; Crouch and Mazur 2001; Duschl and Osborne 2002; Meltzer and Manivannan 2002; Mortimer and Scott 2003). Da vil studentene kunne få et bedre bilde av hvor mye de egentlig har forstått og de vil ha mulighet til å forkaste sine misoppfatninger ved å bli overbevist om at fysikkens konsepter er bedre. De vil også kunne opparbeide seg en bedre forståelse fordi de ved å jobbe med stoffet, har fått en god nok oversikt til å kunne stille spørsmål om det de lurer på, og det å måtte sette ord på fysiske fenomener er med på å utvikle en forståelse.

Før spørsmålene avsluttes er det viktig at studentene har forstått hva som er riktig svar og hvorfor. Dersom de tenkte feil må de bli oppmerksomme på at den metoden ikke fører frem og hvorfor. Foreleser må også vurdere de gale svaralternativene som er valgt og ta hensyn til dem i sin videre undervisning.

Studentene må vite hvorfor PRS brukes slik at de kan bruke det bevisst for å forstå fysikken. Dette stemmer overens med det Nordby (2008) sier om at elever må ha oppfattet hensikten med fysikkforsøk for å få maksimalt læringsutbytte. Foreleser må gjøre det tydelig hva som forventes, hvordan studentene kan få mest mulig ut av forelesningen og dermed hva som er til deres eget beste for å lære mest mulig.

I spørreskjemaet anbefaler studentene systemet til andre kurs på universitetet. I intervjuene blir det sagt at dette spesielt gjelder kurs der forståelse er viktig. De ser ikke for seg at det er så viktig i matematiske kurs eller lignende. Men ved å ta i bruk andre typer spørsmål kan systemet brukes overalt der foreleser ønsker respons fra studentene og en svarfordeling. Innen fysikk ligger det mange gode oppgaver på internett som kan lastes ned. Dette er en fordel både fordi det blir mindre arbeid for foreleseren og fordi godt utprøvde oppgaver ofte har gode distraktorer.

6.3 Forslag til videre studier

Denne undersøkelsen gikk kun over ett semester, og det kunne vært interessant å følge foreleser og hans bruk av PRS videre. Mazur (1997) brukte flere år på å utvikle *Peer Instruction* slik han bruker det i dag, og kanskje foreleser i dette kurset også vil utvikle undervisningen sin etter noe erfaring.

I tillegg kunne det vært interessant å innføre FCI og *the Mechanics Baseline Test* før og etter kurset for å se hvordan studentene utvikler seg på dette området. Mazur så at resultatene på FCI i slutten av kurset ble betraktelig forbedret etter han innførte *Peer Instruction*, og *the Mechanics Baseline Test* ble også noe forbedret.

I et kurs som mekanikk er det mye mer enn forelesninger som fører til at studentene lærer fysikk. Som nevnt i kapittel 1.3 er det organisert både gruppeundervisning der studentene kan regne vanlige ukeoppgaver og diskusjonsgrupper der studentene samles og diskuterer spesielle diskusjonsoppgaver sammen med en gruppeleder. Det kunne derfor vært interessant å se på hvordan oppgavene og gruppeaktiviteten inngikk i studentenes læringsprosess. I tillegg kunne man sett på hvordan det å forberede seg i forkant av forelesningene påvirket læringen og utbyttet fra forelesningene for studentene.

Referanseliste

Angell, C. (1996). Elevers fysikkforståelse: en studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS. Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling: 277 s.

Angell, C., O. Guttersrud, et al. (2004). "Physic: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching." Science Education **88**(5): 683-706.

Angell, C., G. Handal, et al. (2006). Idéhefte om læringsstrategier i realfag, ...til begynnerstudenter i matematikktunge realfag ved Universitetet i Oslo. Oslo, MatNat-fakultetet, UiO.

Angell, C., E. K. Henriksen, et al. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!: fysikkfaget i norsk utdanning: innhold - oppfatninger - valg. Oslo, Gyldendal akademisk: s. 165-198.

Bjørkhaug, B. (2004). En fokusgruppestudie av fysikklæreres oppfatninger av fysikkfaget i videregående skole. Oslo, Universitetet i Oslo: 144 s.

Carlone, H. B. (2003). "Innovative science within and against a culture of "Achievement"." Science Education **87**(3): 307-328.

Chi, M. T. H., M. Bassok, et al. (1989). "Self-Explanations: How Students Study and Use Examples in Learning to Solve Problems." Cognitive Science **13**: 145-182.

Cobern, W. W. (1996). "Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education." Science Education **80**(5): 579-610.

Crouch, C. H. and E. Mazur (2001). "Peer Instruction: Ten years of experience and results." American Journal of Physics **69**(9): 970-977.

Cummings, K., J. Marx, et al. (1999). "Evaluating innovation in studio physics." American Journal of Physics **67**(7): 38-44.

Dolin, J. (2002). Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske prosesser, autencitet og kompetenceudvikling. Roskilde, Roskilde Universitet. **Ph.D.**

Driver, R., H. Asoko, et al. (1994). "Constructing scientific knowledge in the classroom." Educational Researcher **23**(7): 5-12.

Driver, R., P. Newton, et al. (2000). "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms." Science Education **84**(3): 287-312.

Driver, R. and E. Scanlon (1988). "Conceptual change in science." Journal of Computer Assisted Learning **5**: 25-36.

Duit, R. (2008). Bibliography – Students' Alternative Frameworks and Science Education, IPN – Leibniz Institute for Science Education.

Duit, R. and D. F. Treagust (1995). Students' Conceptions and Constructivist Teaching Approaches. Improving Science Education. B. J. Fraser and H. J. Walberg.

Duit, R. and D. F. Treagust (2003). "Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning." International Journal of Science Education **25**(6): 671-688.

Duschl, R. A. and J. Osborne (2002). "Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education." Studies in Science Education **38**: 39-72.

Elby, A. (1999). "Another reason that physics students learn by rote." American Journal of Physics **67**(7): 52-57.

Gago, J. M., J. Ziman, et al. (2004). Increasing Human Resources for Science And Technology in Europe. Europe Needs More Scientists. Brussels, Belgium.

Goldring, H. and J. Osborne (1994). "Students' difficulties with energy and related concepts." Physics Education **29**: 26-32.

Graham, T. and J. Berry (1996). "A hierarchical model of the development of student understanding of momentum." International Journal of Science Education **18**(1): 75-89.

Guttersrud, Ø. (2001). "Det er ikke lett å diskutere med venner som ikke vet at ting faller like fort": en fokusgruppestudie av fysikkelevers oppfatninger av fysikk i videregående skole. Oslo, Universitetet i Oslo.

Hovedoppgave i fysikk (Cand.scient) - Universitetet i Oslo, 2001

Guttersrud, Ø. (2008). Mathematical modelling in upper secondary physics education: defining, assessing and improving physics students' mathematical modelling competency. [Physics Education Group, Department of Physics], Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Oslo, University of Oslo. **Ph.D**: 237 s.

Hake, R. R. (1998). "Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses." American Journal of Physics **66**(1): 64-74.

Halloun, I. A. and D. Hestenes (1985a). "The initial knowledge state of college physics students." American Journal of Physics **53**(11): 1043-1055.

Halloun, I. A. and D. Hestenes (1985b). "Common sense concepts about motion." American Journal of Physics **53**(11): 1056-1065.

Henderson, C. (2002). "Common Concerns About the Force Concept Inventory." The Physics Teacher **40**: 542-547.

Hestenes, D. and M. Wells (1992). "A Mechanics Baseline Test." The Physics Teacher **30**: 159-166.

- Hestenes, D., M. Wells, et al. (1992). "Force Concept Inventory." The Physics Teacher **30**: 141-158.
- Johannessen, A., P. A. Tufte, et al. (2006). Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode. Oslo, Abstrakt forl.
2. utg. 2004
- Judd, C. M., E. R. Smith, et al. (1991). Research methods in social relations. Fort Worth, Tex., Holt, Rinehart and Winston.
- Kim, E. and S.-J. Pak (2002). "Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems." American Journal of Physics **70**(7): 759-765.
- King, P. and K. S. Kitchener (1994). Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults. San Francisco, Jossey-Bass.
- Kjærnsli, M., S. Lie, et al. (2004). Rett spor eller ville veier?: norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2003. Oslo, Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet (2006). Et Felles løft for realfagene: strategi for styrking av realfagene 2006-2009. Kunnskapsdepartementet. Oslo, Kunnskapsdepartementet: 28 s.
- Kvale, S. (1997). Det kvalitative forskningsintervju. Oslo, Ad notam Gyldendal.
Fra 5. oppl. 2002 utgitt på Gyldendal akademisk
- Liu, X., J. Ebenezer, et al. (2001). "Structural characteristics of university engineering students' conceptions of energy." Journal of Research in Science Teaching **39**(5): 423-441.
- Malthe-Sørensen, A. (2006). "Bruk av klikkere i Fys-mek1110 våren 2007." from <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/FYS-MEK1110/v07/klikkerev07.html>.
- Mason, J. (2002). Qualitative researching. London, Sage.
- Mazur, E. (1997). Peer instruction: a user's manual. Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall.
- Meltzer, D. E. and K. Manivannan (2002). "Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture." Am. J. Phys. **70**(6): 639-654.
- Mortimer, E. and P. Scott (2003). Meaning making in secondary science classrooms. Maidenhead, Open University Press.
- Nordby, K. (2008). Empirisk-matematisk modellering i fysikk: utvikling og utprøving av undervisningsopplegg for 3FY. Oslo, Universitetet i Oslo: 122 s.
- Osborne, J. and S. Collins (2000). "Pupils' and parents' views of the school science curriculum" School science review **82**: 23-31.
- PaxLeksikon. (1976). "USA." from <http://www.norgeslexi.com/paxlex/paxleksikon.html>.

- Ploetzner, R. and K. VanLehn (1997). "The Acquisition of Qualitative Physics Knowledge During Textbook-Based Physics Training." Cognition and Instruction **15**(2): 169-205.
- Posner, G. J., K. A. Strike, et al. (1982). "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change." Science Education **66**(2): 211-227.
- Postman, N. (1992). Technopoly: the surrender of culture to technology. New York, Alfred A. Knopf.
- Reif, F. and S. Allen (1992). "Cognition for Interpreting Scientific Concepts: A Study of Acceleration." Cognition and Instruction **9**(1): 1-44.
- Robson, C. (2002). Real World Research, Blackwell Publishing.
- Roth, W.-M., Lucas, K. B. , McRobbie, C. J. (2001). "Students' talk about rotational motion within and across contexts, and implications for future learning." International Journal of Science Education **23**(2): 151-180.
- Røe, P. G. (2005). "Utvalgsundersøkelser." from <http://www.uio.no/studier/emner/sv/iss/SGO1900/v05/transf%C3%B8rstefor1900.doc>.
- Shulman, L. S. (1988). "A Union of Insufficiencies: Strategies for Teacher Assessment in a Period of Educational Reform." Educational Leadership **46**(3): 36-41.
- Sjøberg, S. (1992). Naturfagenes didaktikk: fra vitenskap til skolefag. Oslo, I samarbeid mellom Gyldendal, NAVFs program for utdanningsforskning.
- Sjøberg, S. (1998). Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk. Oslo, Gyldendal.
- Tao, P.-K. (1999). "Peer Collaboration in Solving Qualitative Physics Problems: The Role of Collaborative Talk." Research in Science Education **29**(3): 365-383.
- Thagaard, T. (2003). Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode. Bergen, Fagbokforl.
Bibliografi: s. 207-218
- Thompson, J. R., P. R. L. Heron, et al. (1998). "Development and assessment of curriculum " AAPT Announcer **28**(2): 80.
- Utdanningsdirektoratet. (2007). "Prinsipper for opplæringen." Læreplanverket for Kunnskapsløftet Retrieved 30.06, 2008.
- Wieman, C. and K. Perkins (2005). "Transforming physics education." Physics Today **58**(11): 36-41.

Vedlegg

Appendiks 1 Spørreskjemaet

Spørreskjema om klikkerne				
Undersøkelsen er anonym og klikkernummeret kommer ikke til å bli koblet opp mot navn.				
1) Ditt klikkernummer:.....		2) Registrer kjønn		
		Kvinne	<input type="checkbox"/>	1
		Mann	<input type="checkbox"/>	2
3) Hvor ofte bruker du klikkeren din (når du er på forelesning)?				
Aldri/ Nesten aldri	Sjeldent	Noen ganger	Ofte	Alltid/ nesten alltid
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
4) Hva synes du om klikkerspørsmålene?				
Vanskelighetsgrad		Altfor lette	Passe	Altfor vanskelige
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Antall i en typisk forelesning		For få	Passe	For mange
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Svartiden per spørsmål		Altfor liten tid	Passe	Altfor mye tid
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Er de interessante?		Svært uinteressante	Svært interessante	
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
5) Hva synes du om hvordan foreleser følger opp spørsmålene?				
Antall spørsmål han følger opp		Altfor få	Passe	Altfor mange
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Jeg lærer mye av oppfølgingen		Helt uenig		Helt enig
		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
6) Tiden som brukes på klikkerspørsmål (oppgaver og gjennomgang generelt) er vel anvendt tid.				
Helt uenig	Litt uenig	Verken enig eller uenig	Litt enig	Helt enig
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
7) I hvilken grad har bruken av klikkerne påvirket motivasjonen for å lære fysikk?				
I stor negativ grad	I litt negativ grad	Har ikke påvirket	I litt positiv grad	I stor positiv grad
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
8) Har bruken av klikkere i kurset ført til at du lærte mer?				
Nei	Vet ikke	Ja		
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3		
9) Vil du anbefale en klikkerbruk til andre kurs på Blindern?				
Nei	Vet ikke	Ja		
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3		

Appendiks 2 Kodeskjema

Skjema nr.	Klikkernummer	Kjønn	Spm. 3	Spm. 4			
				Vanskegrad	Antall	Svartiden	Interessante
	Skriv "tomt" dersom det ikke er svart. Usikre tall skrives i parentes.	Kvinne: 1 Mann: 2	1, 2, 3, 4, 5 eller tomt	1, 2, 3, 4, 5 eller tomt	1, 2, 3, 4, 5 eller tomt	1, 2, 3, 4, 5 eller tomt	1, 2, 3, 4, 5 eller tomt
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

[illegible]

Appendiks 3 Intervjuguide til 1. intervju

Innledning

Hei. Jeg heter Kristina Raen og holder på med master i fysikkdidaktikk. Min oppgave er å se på det systemet dere har begynt på i år med de klikkerne og hvordan de fungerer i undervisningen. Jeg ville derfor snakke med deg for å se hvordan du opplever det, og jeg vil også gjerne få høre litt om dine holdninger til fysikk, dine mål for dette kurset og opplevelser av undervisningen. Tusen takk for at du ville stille opp.

For meg er det viktig at du prøver å svare så ærlig som mulig og ikke bare sier det du tror jeg eller foreleser ville likt, men det skjønner du sikkert. Vi vil gjerne vite litt om hvordan du jobber med fysikken, og særlig relatert til klikkerne, men det vil vi også komme tilbake til i senere intervjuer. Jeg kommer til å ta intervjuet opp på kassett, men foreleser får ikke tilgang til det, og i min oppgave blir du anonym, så jeg håper det går bra. Du kan trekke deg nå hvis du ikke vil være med.

Da tror jeg bare vi begynner.

Bakgrunn og holdninger til fysikk

1. Hva slags studieprogram er det du går på og hvilke kurs har du tatt til nå?
 - ✓ FAM-programmet? (fysikk, astronomi og meteorologi)
2. Hvilke studieretningsfag har du fra videregående?
 - ✓ Realfag fra videregående?
3. Hvorfor har du valgt dette studieprogrammet(/denne retningen)?
 - ✓ Rådgivning?
4. Hvordan gikk de andre kursene du har hatt til nå? (matte?)
 - ✓ Vanskelig?
 - ✓ Hvordan synes du universitetet har vært i forhold til videregående?
5. Vet du hva du skal gjøre videre?
 - ✓ Hvor langt vil du gå? Bachelor/master/doktorgrad?
 - ✓ Har du tenkt på noe yrke?

Dersom han/hun har hatt fysikk tidligere:

6. Hva syntes du om fysikkfaget på videregående (evt. fra andre steder)?
 - ✓ Hva var det med faget som du likte best, evt. dårligst?
7. Hva er dine forventninger til dette kurset?
 - ✓ Er det noe spesielt du ønsker å lære?
 - ✓ Er det noen av temaene du tror kan være interessante?
8. Hvordan liker du å jobbe for å lære deg fysikk?
 - ✓ Forelesninger, regnegrupper, lese?

9. Hva synes du er karakteristisk for fysikk som fag?
10. Hva ønsker du å oppnå ved å studere fysikk på Blindern?
 - ✓ Tror du at du vil få bruk for fysikken etter studiene?

Og nå litt om PRS

11. Har du forstått hva dette går ut på? (Hvordan dere skal bruke klikkerne?)
12. Har du vært borti noe lignende undervisningsopplegg før?
(Regner med å få nei på dette spørsmålet, men må ellers også spørre om i hvilken sammenheng dette var og hva studenten syntes om det.)
13. Hvorfor tror du noen synes dette virker som en god idé?
 - ✓ Hva er vitsen med å ta det med i undervisningen?
14. Hvilke forventninger har du til metoden?
 - ✓ Passer denne læringsmetoden med måten du liker å lære fysikk på?
 - ✓ Ser du noen mulige ulemper?
 - ✓ Hvordan synes du det har vært til nå?

Takk for intervjuet.

Dette var det første av tre intervjuer, så vi sees igjen. Da blir det mer om klikkerne og dine opplevelser av dette kurset, og mindre om din bakgrunn. Lykke til videre.

Appendiks 4 Eksempel på intervjuguide til 2. intervju

Innledning

Hei "Hilde". Da var vi kommet til det andre intervjuet og vi skal nå snakke litt mer om klikkersystemet. Men selv om det er det systemet som står i fokus for denne undersøkelsen, er jeg også interessert i hvordan du opplever helheten i kurset, hvordan du arbeider med lærestoffet og hvordan du opplever din egen læringsprosess.

Det er fremdeles viktig at du prøver å svare ærlig på spørsmålene slik at resultatene blir riktigst mulig, og jeg vil også denne gangen ta intervjuet opp på kassett. Hvis ikke det er noe du lurar på så tror jeg bare vi begynner.

PRS

1. Hvordan synes du det går teknisk å svare på spørsmålene?
 - ✓ Er det vanskelig å få registrert svaret ditt?
2. Hva synes du nå om oppgavene?
 - ✓ Vanskelige?
 - ✓ Lærer du noe av dem?
 - ✓ Er det noen typer oppgaver du skulle ønske det var mer av/mindre av?
3. Kan du fortelle om hvordan foreleser følger opp spørsmålene?
 - ✓ Forklarer han nok/for mye?
 - ✓ Hva med de spørsmålene der nesten alle har svart riktig slik at han går videre nesten uten forklaring, tror du de få som svarte galt skjønner hvorfor det andre er riktig, eller blir de hengende etter?
 - ✓ Tidsbruk?
 - ✓ Skulle du ønske at han stilte flere av spørsmålene to ganger?
4. Bidrar systemet til aktivitet og oppmerksomhet? (Sist sa du... *fordi han får oss til å delta, ikke bare være passive deltagere i timene.*)
 - ✓ Er det morsomt eller motiverende og svare på klikkerspørsmål?
5. Hva synes du om tidsbruk og prioriteringer på kurset generelt?
 - ✓ Går det bra at litt av pensum ikke foreleses?
6. Hvordan synes du gruppeundervisningen er?
 - ✓ Hvordan den inngår i helheten
7. Har du noen ønsker om forbedringer?
 - ✓ For mange/for få klikkeroppgaver?
 - ✓ Eller til kurset generelt?
8. Sist sa du... *prøve å henge med på det opplegge han legger fram... så nå prøver jeg å ligge ett skritt foran der jeg skal være da sånn at hvis jeg begynner å slite så slipper*

jeg å ligge langt baki... om hvordan du liker å lære deg fysikk, hvordan synes du at du jobber med kurset i forhold til det?

- ✓ Hva får du mest utbytte av?
- ✓ Forelesning, klikkerspørsmål, selvstudium, lærebok, oppgaver, gruppeundervisning, kollokvium?

9. Kan du si noe om din egen læringsprosess i kurset med tanke på eksamen og i forhold til det du hadde forventninger om på forhånd?

10. Har kurset bidratt til at du er blitt mer eller mindre motivert for å lære fysikk?

- ✓ Hvordan ser du nå på tiden fremover? (I forhold til det du sa sist om *de siste årene kan du velge studieretning mellom fysikk og kjemi, så det som var målet mitt var å finne ut hvilket av de fagene jeg likte best for å kunne da velge en retning da... til Trondheim på sivilingeniør i industriell økonomi og teknologiledelse, for det er litt mer praktisk rettet... Og det er litt mer administrasjon og ledelse og organisasjonspsykologi og så videre.?*)

Takk for intervjuet.

Da ønsker jeg lykke til videre i kurset og med midtveiseksamen, og så snakkes vi igjen før/etter eksamen.

Appendiks 5 Eksempel på intervjuguide til 3. intervju

Innledning

Hei "Lars". Da var vi kommet til det tredje og siste intervjuet. Jeg kommer også denne gangen til å ta intervjuet opp på kassett, men vi har jo vært gjennom dette før, så jeg tror bare vi begynner.

1. Hvordan synes du det gikk med dette kurset?
 - ✓ I forhold til de andre dette semesteret?
 - ✓ *MEK1100(1. juni)*
2. Hvor mye har du jobbet med obligene og prosjektoppgaven, og hvordan synes du det gikk?
 - ✓ Gjorde du oblig 3, eller så du på den?
 - ✓ Synes du det å være aktiv med klikkeren tilsvarer en oblig?
3. Jeg synes det virker som du liker dette innslaget i forelesningen pga *variasjon og for å få en pekepinn på hvor du ligger*. Er forventningene innfridd?
 - ✓ Hvordan?
4. Hvordan opplever du at andre rundt deg jobber med klikkerspørsmålene?
 - ✓ Er det mye diskusjon?
 - ✓ Tenker de nøye over hva de svarer?
5. Hva synes du om tidsbruken rundt hvert klikkerspørsmål?
 - ✓ Introduksjon til spørsmålet, tid til å lese spørsmålet
 - ✓ Svartid
 - ✓ Diskusjon før/etter svarfordeling har kommet opp mellom studentene
 - ✓ Foreleser tar opp spørsmålet
6. Hva tenker du nå om den tiden som ble brukt på klikkerspørsmål? Var det vel anvendt tid?
 - ✓ Det er mye dere skal gjennom i kurset, men synes du prioriteringene tidsmessig var greie?
7. Hvordan synes du eksamen gikk?
 - ✓ Fikk du lest så mye som du ønsket på forhånd?
8. Har bruken av klikkerne i kurset ført til at du lærte mer?
 - ✓ Hvor mye?
9. Hvordan synes du ordningen med å låne klikkere fra biblioteket fungerte?
 - ✓ Har du levert den inn igjen?
10. Skulle du ønske flere av de kursene du tar videre bruker dette opplegget?
 - ✓ Vil du anbefale dette til andre kurs?

11. Hva ser du nå på som største fordel og ulempe med dette opplegget?

- ✓ *Sist snakket du om forelesers mulighet til å se hva studentene hadde skjønt og studentenes mulighet til å øve seg i denne måten å tenke på, få direkte tilbakemelding og være alert. For mye tid kan være ulempe.*

12. Jeg skal bruke resultater fra intervjuene med deg og 4 andre studenter, sammen med statistikk om klikkerbruken i kurset, i en masteroppgave. Det vil også sannsynligvis bli skrevet en fagartikkel om erfaringene med klikkerbruk i dette kurset. I disse to publikasjonene vil det være aktuelt å gjengi sitater fra intervjuene med deg, men identiteten din vil selvsagt ikke bli oppgitt. Det som kan bli oppgitt er en kort karakteristikk av deg som student; hva slags mål og ambisjoner du hadde, hvordan du forholdt deg til klikkerne, og hvorvidt du presterte godt, middels eller svakere på kurset. Under forutsetning av at opplysningene er konfidensielle, tillater du at vi får tilgang til eksamenskarakteren din for å kunne bruke den i en slik kort karakteristikk - uten at identiteten din oppgis i noen publikasjoner?

Takk for intervjuet!

Dette er gavekortet fra oss på skolelabben, så ønsker jeg deg lykke til videre.

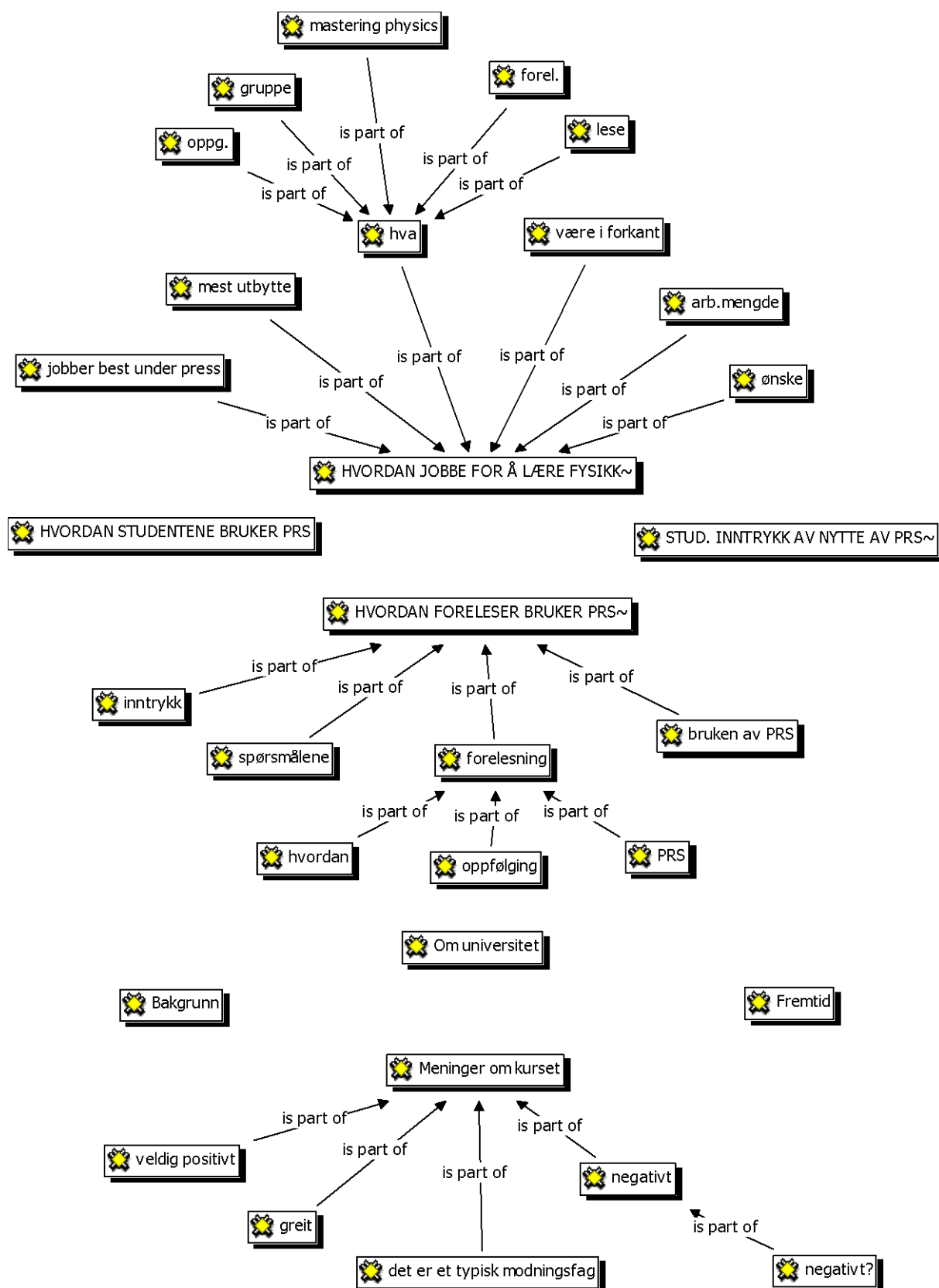
Dersom du ønsker å se resultatet av undersøkelsen av klikkerbruken på dette kurset, kan jeg sende deg en e-post når rapporten(e) foreligger.

Appendiks 6 Koder brukt i Atlas

Alle koder som ble brukt:

arb.mengde	inntrykk
Bakgrunn	jobber best under press
bok P2	lese
bruken av PRS	mastering physics
det er et typisk modningsfag	Meninger om kurset
eksamen P2	mest utbytte
eksamen P3	midtveis P3
eksamen P4	negativt
eksamen P5	negativt?
forel.	oblig og prosjektoppg P4
forelesning	oblig og prosjektoppg P5
forelesning P2	oblig P2
forelesning P3	oblig P3
forelesning P4	Om fysikk
Fremtid	Om universitet
generelt P2	oppfølging
generelt P3	oppg.
generelt P4	prosjektoppg P3
generelt P5	PRS
greit	PRS P2
gruppe	PRS P3
gruppe P2	PRS P4
gruppe P3	PRS P5
gruppe P4	spørsmålene
hva	STUD. INNTRYKK AV NYTTE AV PRS
hvordan	Ting som endret seg
HVORDAN FORELESER BRUKER PRS	veldig positivt
HVORDAN JOBBE FOR Å LÆRE	være i forkant
FYSIKK	ønske
HVORDAN STUDENTENE BRUKER PRS	

Figur 0.1 viser et eksempel for hvordan jeg har organisert hovedkoder og underkoder. Dette eksempelet er fra Lars.



Figur 0.1: Kart over hvordan kodene til Lars hører sammen